

Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej dla Gminy Miasta Elbląg

Elbląg 2024



ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI
ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM
AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH
PRZY ŚWIADCZENIU USŁUG KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ
DLA GMINY MIASTA ELBLĄG

Spis treści

Wstęp	4
1. Zakres i podstawy prawne opracowania oraz zastosowane definicje i określenia	8
1.1. Struktura analizy i dokumenty źródłowe.....	8
1.2. Definicje i określenia	10
2. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści	14
3. Charakterystyka Elbląga i elbląskiej komunikacji miejskiej.....	20
3.1. Obszar terytorialny objęty analizą	20
3.2. Analiza otoczenia społeczno-gospodarczego na obszarze objętym AKK.....	20
3.3. System transportowy na obszarze objętym analizą	23
3.4. Użytkowany tabor autobusowy	30
4. Plan wymiany taboru.....	32
4.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Elbląga	32
4.2. Problematyka rodzaju taboru w poprzedniej AKK.....	37
4.3. Wybór rodzaju napędu	38
4.4. Plan wymiany taboru	48
4.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym.....	59
5. Analiza finansowo-ekonomiczna	68
5.1. Analiza sytuacji finansowej Miasta i wpływu wymiany pojazdów na jej stabilność	68
5.2. Ocena sytuacji finansowej operatorów.....	70
5.3. Model nabywania pojazdów	77
5.4. Działania inwestycyjne zrealizowane od 2021 r.....	78
5.5. Planowane nakłady inwestycyjne	78
5.6. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści	83
6. Analiza finansowo-ekonomiczna	86
6.1. Oszacowanie efektów środowiskowych	86
6.2. Efekty dla miasta i mieszkańców wynikające z wymiany pojazdów na zeroemisyjne	92
6.3. Wyniki analizy kosztów i korzyści	93
6.4. Analiza wrażliwości	95
6.5. Analiza ryzyka	97
7. Rekomendacje.....	101
8. Załączniki do Analizy	104
Załącznik A Tabor według klas autobusów.....	105
Załącznik B Spis taboru.....	106

Załącznik C Harmonogram wymiany floty	108
Załącznik D Emisje zanieczyszczeń	111
Załącznik E Model finansowy	113
Załącznik F Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu	114

Wstęp

Zmiana zasad funkcjonowania całej gospodarki i przejście na zrównoważony rozwój, oznacza radykalne zmiany w zakresie pozyskiwania energii i ochrony klimatu. Transformacja ta ma charakter zarządzania procesami¹. Nie ma jednej, optymalnej metody zarządzania rozwojem w taki sposób, aby był on zrównoważony. Podejmowane działania muszą więc uwzględniać specyfikę każdego przypadku. Nie można zakładać ani wyłącznego wykorzystania samoregulacyjnego mechanizmu rynku, ani też realizacji celów zrównoważonego rozwoju wyłącznie poprzez działania władzy publicznej².

Władze publiczne powinny wykorzystywać prawne i fiskalne narzędzia zrównoważonego rozwoju wraz z pomocą publiczną. Odpowiedzialność za skuteczne wdrażanie zrównoważonego rozwoju powinna zostać podzielona pomiędzy władze szczebla krajowego, regionalnego i lokalnego³.

Zrównoważona mobilność stanowi alternatywny paradygmat, w ramach którego można badać złożoność miast i wzmacniać powiązania pomiędzy użytkowaniem gruntów a transportem⁴. Zrównoważona mobilność miejska zapewnia możliwość łatwego wygodnego, dostępnego ekonomicznie i przestrzennie podróżowania do celu, przy minimalnym wpływie na środowisko i inne osoby⁵.

Elektryfikacja transportu autobusowego stanowi ważny element procesu poprawy jego efektywności energetycznej oraz ograniczania emisji do atmosfery szkodliwych substancji i hałasu⁶. Jednym z głównych jej powodów jest dążenie do złagodzenia zmian klimatycznych⁷.

W celu osiągnięcia znacznych korzyści środowiskowych energia elektryczna wykorzystywana do zasilania energetycznego autobusów powinna być produkowana z odnawialnych źródeł, takich jak słońce i wiatr oraz przepływ wody. W takiej sytuacji emisja gazów cieplarnianych

¹ J. Monkelbaan, *Overview of Governance Theories That Are Relevant For The SDGs* [w:] *Governance For The Sustainable Development Goals*. Springer Nature, Singapore 2019, s. 21-48.

² R. Kemp, S. Parto, R.B. Gibson, *Governance For Sustainable Development: Moving From Theory to Tractice*, „International Journal Sustainable Development” 2005, Vol. 8, No. 1/2, s. 28.

³ A. Hull, *Policy Integration: What Will It Take to Achieve More Sustainable Transport Solutions in Cities?* „Transport Policy” 2008, Vol. 15, Iss. 2, s. 102.

⁴ D. Banister, *The Sustainable Mobility Paradigm*, „Transport Policy” 2008, Vol. 15, Iss. 2, s. 75.

⁵ D. Lam, P. Head, *Sustainable Urban Mobility*, [w:] *Energy, Transport, & the Environment, Addressing the Sustainable Mobility Paradigm*, eds. O. Inderwildi, D. King, Springer-Verlag, London 2012, s. 359.

⁶ A. Ajanovic, R. Haas, *Dissemination of Electric Vehicles in Urban Areas. Major Factors for Success*, „Energy”, 2016, Vol. 115, Part 2, s. 1451-1458.

⁷ A. Nordelóf, M. Romare, J. Tivander, *Life Cycle Assesment of City Buses Powered Electricity, Hydrogenated Vegetable Oil or Diesel*, „Transportation Research. Part D: Transport and Environment” 2019, Vol. 75, s. 211-222.

będzie bliska zeru, natomiast gdy energia elektryczna będzie produkowana z konwencjonalnych źródeł, problem zanieczyszczenia środowiska zostanie przeniesiony z miejsca eksploatacji pojazdów do miejsca produkcji tej energii⁸.

Podejmując decyzję o elektryfikacji transportu autobusowego należy uwzględnić określone nakłady i koszty związane z zakupem i eksploatacją pojazdów, tj.:

- nakłady inwestycyjne na zakup pojazdów;
- nakłady inwestycyjne na budowę infrastruktury służącej do zasilania energetycznego pojazdów w zajezdni i na trasie;
- nakłady inwestycyjne na przystosowanie zajezdni do eksploatacji pojazdów elektrycznych;
- koszty eksploatacji pojazdów elektrycznych w całym okresie ich użytkowania;
- koszty eksploatacji infrastruktury zasilania energetycznego pojazdów;
- koszty zatrudnienia lub przekwalifikowania pracowników obsługi technicznej pojazdów elektrycznych;
- koszty zewnętrzne eksploatacji pojazdów elektrycznych.

Koszt cyklu życia autobusu elektrycznego jest w znacznym stopniu determinowany nakładami inwestycyjnymi, obejmującymi urządzenia do magazynowania energii⁹. Ceny autobusów elektrycznych są obecnie wyższe o 100-150% od autobusów z silnikami wysokoprężnymi. W długim okresie czasu można liczyć się ze spadkiem cen pojazdów elektrycznych w związku ze wzrostem ich produkcji, o ile tempo przyrostu zamówień skłoni producentów do uruchamiania dodatkowych linii produkcyjnych.

Podstawą prawną rozwoju elektromobilności w krajach Unii Europejskiej jest dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (Dz. Urz. UE z dn. 28.10.2014 r., L 307/1). Na grunt krajowy transponuje tę dyrektywę ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1289), stanowiąca ewaluację zmian proponowanych w „Krajowych ramach polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych”, przyjętych przez Radę Ministrów w dniu 29 marca 2017 r.

Paliwa alternatywne w transporcie należy rozumieć jako paliwa lub źródła energii, które przynajmniej częściowo są substytutem dla źródeł energii pochodzących z przetworzenia surowej ropy naftowej. Paliwa alternatywne potencjalnie mogą przyczynić się do redukcji negatywnego wpływu transportu na klimat, zmniejszając globalną emisję gazów cieplarnianych.

⁸ F. Calise i in., *A Novel Paradigm for a Sustainable Mobility Based on Electric Vehicles, Photovoltaic Panels and Electric Energy Storage Systems: Case Studies for Naples and Salerno (Italy)*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2019, Vol. 111, s. 98-99.

⁹ A. Lajunen, *Lifecycle Costs and Charging Requirements of Electric Buses with Different Charging Methods*, „Journal of Cleaner Production” 2018, Vol. 172, s. 56-67.

Zastosowanie znacznie szersze niż obecnie paliw alternatywnych w Polsce wpłynęłoby na poprawę ekologiczności sektora transportu. Do paliw alternatywnych zalicza się: energię elektryczną, wodór, biopaliwa, paliwa syntetyczne i parafinowe, sprężony gaz ziemny (CNG), skroplony gaz ziemny (LNG) oraz gaz płynny (LPG).

Zwiększenie zastosowania paliw alternatywnych wymaga utworzenia dedykowanej im infrastruktury – przeznaczonej do tankowania lub ładowania pojazdów samochodowych nimi napędzanych. Brak takiej infrastruktury zniechęca konsumentów do wyboru paliw alternatywnych jako źródła zasilania silników ich pojazdów. Jedynym wyjątkiem jest gaz płynny (LPG), który w Polsce jest powszechnie dostępny na stacjach benzynowych i stacjach dedykowanych tankowaniu LPG. Niska cena i zarazem wysoka dostępność gazu płynnego, wpłynęły na dość dużą jego popularność u użytkowników samochodów osobowych i dostawczych. W zakresie pozostałych paliw alternatywnych przedsiębiorcy-dostawcy nie rozwijają działalności gospodarczej z uwagi na brak wystarczającego popytu.

Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych określa warunki rozwoju i zasady rozmieszczania infrastruktury paliw alternatywnych w transporcie, zasady świadczenia usług w zakresie ładowania pojazdów elektrycznych oraz tankowania pojazdów napędzanych gazem ziemnym i wodorem oraz wprowadza obowiązki informacyjne. Ustawa ta nakłada na organy administracji publicznej obowiązki korzystania z pojazdów zeroemisyjnych przez własne służby, a także przez przedsiębiorstwa realizujące usługi publiczne na ich zlecenie. Przepisy ustawy umożliwiają utworzenie przez gminy stref czystego transportu oraz określają zasady ich funkcjonowania.

Przywołana ustawa w art. 36 stanowi, że jednostka samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców przekracza 50 000 osób, świadczy usługę lub zleca świadczenie usług komunikacji miejskiej, w rozumieniu ustawy o publicznym transporcie zbiorowym w taki sposób, aby zapewnić udział autobusów zeroemisyjnych lub autobusów napędzanych biometanem we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki w łącznej wysokości co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4, wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2028 r.

Z kolei art. 68 ust. 4 nakłada na przekraczającą ten sam próg demograficzny jednostkę samorządu terytorialnego obowiązek zapewnienia w różnych latach udziałów autobusów zeroemisyjnych (lub napędzanych biometanem) we flocie pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej, w wysokości odpowiednio:

- od dnia 1 stycznia 2021 r. – 5%;
- od dnia 1 stycznia 2023 r. – 10%;
- od dnia 1 stycznia 2025 r. – 20%.

Z art. 68 wynika, że powyższe wymogi dotyczą całej floty obsługującej przewozy w komunikacji miejskiej (czyli więcej niż jednego operatora i nie tylko obszaru danej gminy).

Na mocy art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych każda jednostka samorządu terytorialnego wymieniona w art. 36 ust. 1 zobowiązana została do sporządzania co 36 miesięcy analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji. Na mocy ust. 1a analizy takiej nie muszą sporządzać jednostki samorządu terytorialnego, które osiągnęły udział autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów na poziomie wyższym niż wymagany dla kolejnego okresu, dla którego powinna być sporządzona analiza. Od dnia 1 stycznia 2023 r. poziom ten musiałby wynosić 10% i jednocześnie jednostka taka musiałaby mieć zapewnione lub co najmniej zaplanowane osiągnięcie od dnia 1 stycznia 2025 r. udziału autobusów zeroemisyjnych w wysokości 20%.

Miasto Elbląg jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2010-2023 utrzymywała się na poziomie ponad 110 tys., znacznie przekraczała więc próg demograficzny wynikający z art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Gmina Miasta Elbląg jest zatem prawnie zobowiązana do cyklicznego sporządzania analiz kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej.

Poprzednią analizę kosztów i korzyści na podstawie ustawy o elektromobilności dla Gminy Miasta Elbląg opracowano w październiku 2021 r. Niniejsze opracowanie jest kolejną analizą kosztów i korzyści z tytułu wprowadzenia do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych.

1. Zakres i podstawy prawne opracowania oraz zastosowane definicje i określenia

1.1. Struktura analizy i dokumenty źródłowe

W ramach dokumentu przedstawiono:

- aktualną sytuację eksploatacyjną elbląskiej komunikacji miejskiej;
- planowane do realizacji warianty wymiany taboru: konwencjonalny oraz na autobusy elektryczne, których silniki zasilane są z baterii ładowanych podczas postoju nocnego;
- podstawy i założenia wykonania analizy kosztów i korzyści;
- analizę kosztów i korzyści – opracowaną zgodnie z wymogami art. 37 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

W przygotowaniu opracowania uwzględniono w szczególności:

- obowiązujące przepisy prawa:
 - ustawę z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289);
 - ustawę z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 673 ze zm.);
 - ustawę z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 2778);
 - rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 2015/207 z dnia 20 stycznia 2015 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdania z postępów, formatu dokumentu służącego przekazywaniu informacji na temat dużych projektów, wzorów wspólnego planu działania, sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Inwestycje na rzecz wzrostu i zatrudnienia”, deklaracji zarządczej, strategii audytu, opinii audytowej i rocznego sprawozdania z kontroli oraz metodyki przeprowadzania analizy kosztów i korzyści, a także zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1299/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Europejska współpraca terytorialna” (Dz. Urz. UE z dn. 13 lutego 2015 r. poz. L 38/1, zmienione rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2018/277 z dnia 23 lutego 2018 r., L 54, rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2019/256 z dnia 13 lutego 2019 r., L 43 oraz rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2021/436 z dnia 3 marca 2021 r., L 85);

- opracowania zawierające wytyczne dotyczące wykonania analiz kosztów i korzyści, którymi są:
 - „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r. (www.pois.gov.pl/strony/o-programie/dokumenty/niebieskie-ksiegi-dla-projektow-w-sektorze-transportu-publicznego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/, dostęp: 30.09.2024 r.);
 - „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, opracowanie CUPT Warszawa, 2016 r. (<https://www.cupt.gov.pl/strefa-beneficjenta/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analzy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta/>, dostęp: 30.09.2024 r.);
 - „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020”, opracowanie Komisja Europejska, grudzień 2014 r. (www.funduszeuropejskie.gov.pl/media/5594/Przewodnik_AKK_14_20.pdf, dostęp: 30.09.2024 r.);
 - „Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych”, opracowanie CUPT, grudzień 2014 r. (www.cupt.gov.pl/wp-content/uploads/2022/03/akk_cupt_2014_pol_776.pdf, dostęp: 30.09.2024 r.);
 - „Wytyczne dotyczące zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym hybrydowych na lata 2021-2027” (<https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/strony/o-funduszach/fundusze-na-lata-2021-2027/prawo-i-dokumenty/wytyczne/wytyczne-dotyczace-zagadnien-zwiazanych-z-przygotowaniem-projektow-inwestycyjnych-w-tym-hybrydowych-na-lata-2021-2027/>, dostęp: 30.09.2024 r.);
 - „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, IGKM Warszawa, 2018 r.

Weryfikacja wszystkich przywołanych w dokumencie odnośników internetowych miała miejsce w dniu 30 września 2024 r.

Ponadto, uwzględniono nowe wytyczne do sporządzania analiz kosztów i korzyści, które Ministerstwo Klimatu i Środowiska w dniu 27 lipca 2023 r. rozesłało wszystkim miastom liczącym powyżej 50 000 mieszkańców – opracowane w celu usystematyzowania i ujednocnienia formy oraz zawartości tego dokumentu. Samorządom przesłano spis elementów i wzory tabel,

które obligatoryjnie powinny zostać zawarte w sporządzanych przez nich dokumentach i fakt ten uwzględniono przy opracowywaniu niniejszej analizy.

1.2. Definicje i określenia

Używane w opracowaniu wyrażenia, uszeregowane poniżej w kolejności alfabetycznej, oznaczają odpowiednio:

- **autobus zeroemisyjny** – autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 Prawa o ruchu drogowym albo trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 ustawy Prawo o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji;
- **CUPT** – Centrum Unijnych Projektów Transportowych, pl. Europejski 2, 00-844 Warszawa;
- **elbląska komunikacja miejska** – sieć wszystkich linii komunikacyjnych o charakterze użyteczności publicznej zorganizowanych przez Gminę Miasta Elbląg na obszarze jej właściwości – swojego obszaru oraz gmin, które zawarły z nią porozumienia międzygminne;
- **infrastruktura ładowania** – infrastruktura ładowania drogowego transportu publicznego, punkty ładowania baterii lub tankowania wodoru wraz z niezbędną dla ich funkcjonowania infrastrukturą towarzyszącą, przeznaczone do ładowania lub tankowania, w szczególności autobusów zeroemisyjnych, wykorzystywanych w transporcie publicznym;
- **Konsorcjum PKS Grodzisk Maz.** – konsorcjum firm: Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Gostyninie sp. z o.o., al. 18-go Stycznia 36, 09-500 Gostynin oraz Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o., ul. Chełmońskiego 33, 05-825 Grodzisk Mazowiecki;
- **linia komunikacyjna** – połączenie komunikacyjne na sieci dróg publicznych, albo liniach kolejowych, innych szynowych, linowych, linowo-terenowych, albo akwenach morskich lub wodach śródlądowych – wraz z oznaczonymi miejscami do wsiadania i wysiadania pasażerów na liniach komunikacyjnych, po których odbywa się publiczny transport zbiorowy;
- **Miasto** – Gmina Miasta Elbląg;
- **NFOŚiGW** – Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, ul. Konstruktorska 3a, 02-673 Warszawa;
- **operator** – operator publicznego transportu zbiorowego, samorządowy zakład budżetowy oraz przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę

o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego na linii komunikacyjnej określonej w umowie;

- **organizator** – organizator publicznego transportu zbiorowego, właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze;
- **paliwa alternatywne** – paliwa lub energia wykorzystywane do napędu silników pojazdów samochodowych lub jednostek pływających stanowiące substytut dla paliw pochodzących z ropy naftowej lub otrzymywanych w procesach jej przetwórstwa, w szczególności energia elektryczna, wodór, biopaliwa ciekłe, paliwa syntetyczne i parafinowe, sprężony gaz ziemny (CNG), w tym pochodzący z biometanu, skroplony gaz ziemny (LNG), w tym pochodzący z biometanu lub gaz płynny (LPG);
- **pojazd elektryczny** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu wyłącznie energię elektryczną akumulowaną przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania, w opracowaniu nazywany także autobusem elektrycznym;
- **pojazd hybrydowy** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, o napędzie spalinowo-elektrycznym, w którym energia elektryczna jest akumulowana przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania;
- **pojazd napędzany gazem ziemnym** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu sprężony gaz ziemny (CNG) lub skroplony gaz ziemny (LNG), w tym pochodzący z biometanu, posiadający silnik jednopaliwowy lub dwupaliwowy ze średnim wskaźnikiem zużycia gazu nie niższym niż 90%, w opracowaniu w odniesieniu do autobusu nazywany także **autobusem CNG**;
- **pojazd napędzany wodorem** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniach paliwowych, w opracowaniu w odniesieniu do autobusu nazywany także **autobusem wodorowym**;
- **PKS w Elblągu sp. z o.o.** – Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Elblągu sp. z o.o., al. Grunwaldzka 61, 82-300 Elbląg;
- **praktyczny przewodnik** – publikacja pt. „Zasady opracowywania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, wydana przez Izbę Gospodarczą Komunikacji Miejskiej w Warszawie, czerwiec 2018 r.;

- **punkt ładowania** – urządzenie umożliwiające ładowanie pojedynczego pojazdu elektrycznego, pojazdu hybrydowego i autobusu zeroemisyjnego oraz miejsce, w którym wymienia się lub ładuje akumulator służący do napędu tego pojazdu; punkt ładowania może być małej mocy (do 22kW) lub dużej mocy (większej niż 22 kW);
- **punkt tankowania CNG** – zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w sprężony gaz ziemny (CNG), w tym pochodzący z biometanu, w celu napędu silników tych pojazdów;
- **punkt tankowania wodoru** – zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w wodór;
- **Pzp** – ustawa Prawo zamówień publicznych z dnia 11 września 2019 r. (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1320);
- **rozporządzenie 1370/2007** – rozporządzenie (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. dotyczące usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 1191/69 i (EWG) nr 1107/70 (Dz. Urz. UE, l. 315/1 z dnia 3.12.2007 r.), zmienione Sprostowaniem z dnia 3 grudnia 2007 r. (Dz. Urz. UE, l. 240/65 z dnia 16.09.2015 r.) oraz Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2338 z dnia 14 grudnia 2016 r. (Dz. Urz. UE, l. 354/22 z dnia 23.12.2016 r.);
- **sieć komunikacyjna** – układ linii komunikacyjnych obejmujących obszar działania organizatora publicznego transportu zbiorowego lub część tego obszaru;
- **stacja ładowania** – urządzenie budowlane obejmujące co najmniej jeden punkt ładowania, wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania, wraz ze stanowiskiem postojowym oraz instalacją prowadzącą od punktu ładowania do przyłącza elektroenergetycznego;
- **stacja tankowania CNG** – zespół urządzeń, w tym punkt tankowania sprężonego gazu ziemnego (CNG) wraz z instalacjami pomocniczymi i zbiornikami magazynowymi wykorzystywanymi w procesie sprężania lub punkt tankowania skroplonego gazu ziemnego (LNG) wraz z instalacjami pomocniczymi i zbiornikami magazynowymi wykorzystywanymi w procesie regazyfikacji;
- **umowa wykonawcza** – umowa pomiędzy Gminą Miasta Elbląg a operatorem o świadczenie usług w ramach publicznego transportu zbiorowego, w komunikacji autobusowej na terenie Elbląga oraz gmin, z którymi Gmina Miasta Elbląg zawarła porozumienia międzygminne;
- **ustawa o elektromobilności** – ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1289);

- **ustawa o ptz** – ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 2778);
- **ZKM** – Zarząd Komunikacji Miejskiej w Elblągu spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp. z o.o. (w skrócie ZKM Spółka z o.o.), ul. Browarna 90, 82-300 Elbląg, spółka samorządowa, w której 100% udziałów posiada Gmina Miasta Elbląg, działalność gospodarcza polega na wykonywaniu powierzonego zadania własnego Gminy Miasta Elbląg, związanego z zaspokajaniem potrzeb wspólnoty samorządowej w zakresie lokalnego transportu zbiorowego.

2. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści

Jak już to zasygnalizowano we wstępie, ustawa o elektromobilności w art. 36 stanowi, że jednostka samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców przekracza 50 000 osób, świadczy usługę lub zleca świadczenie usługi komunikacji miejskiej, w rozumieniu ustawy o ptz podmiotom, które łącznie zapewnią udział autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych biometanem we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki w wysokości co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4 przywołanej ustawy, wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2028 r.

Z kolei art. 68 ust. 4 ustawy o elektromobilności nakłada na przekraczającą ten sam próg demograficzny jednostkę samorządu terytorialnego obowiązek zapewnienia w różnych latach określonych udziałów autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej.

Udziały te wynoszą odpowiednio:

- od dnia 1 stycznia 2021 r. – 5%;
- od dnia 1 stycznia 2023 r. – 10%;
- od dnia 1 stycznia 2025 r. – 20%.

Z art. 68 ustawy o elektromobilności wynika, że wymogi powyższe dotyczą całej floty obsługującej przewozy w komunikacji miejskiej.

Docelowy, obowiązujący od dnia 1 stycznia 2028 r., udział taboru zeroemisyjnego lub napędzanego biometanem we flocie pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej, określony został w art. 36 ust. 1 i wynosi łącznie minimum 30%. Tabor taki może być skumulowany u jednego operatora lub rozproszony pomiędzy różnych operatorów.

Przedstawione wyżej wymogi są bardzo rygorystyczne, zwłaszcza, że autobusem zeroemisyjnym może być wyłącznie autobus o napędzie elektrycznym albo trolejbus – bez jakiegokolwiek emisji z napędu gazów cieplarnianych albo z wytwarzaniem energii elektrycznej w ogniwach paliwowych – oraz autobus napędzany biometanem. W myśl definicji ustawowej kryteriów zeroemisyjności nie spełnia autobus hybrydowy, jeżeli do jego napędu wykorzystywany jest w jakimkolwiek zakresie silnik emitujący gazy cieplarniane, np. silnik Diesla.

Miasto Elbląg przekracza próg 50 000 mieszkańców wynikający z przywołanych wcześniej przepisów. Próg określony w ustawie o elektromobilności dotyczy obszaru danej gminy świadczącej lub zlecającej świadczenie usług komunikacji miejskiej, a nie całego obszaru nią obsługiwanego lub każdej z pozostałych gmin – obsługiwanych na podstawie zawartych porozumień. Z drugiej jednak strony, jeśli liczba mieszkańców miasta-organizatora przewozów prze-

kracza 50 000, to obowiązek zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych dotyczyć będzie już zamówień usług przewozowych w skali całego obsługiwane obszaru, a nie tylko na potrzeby obsługi gminy, która przekroczyła próg.

Pomimo spełniania kryterium demograficznego, jednostka samorządu terytorialnego może uniknąć wynikających z art. 36 i art. 68 ust. 4 ustawy o elektromobilności obowiązków uzyskania określonych udziałów taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów własnych operatorów lub zlecenia świadczenia przewozów w komunikacji miejskiej podmiotowi zapewniającemu te udziały we flocie wykonującej przewozy w sytuacji, gdy sporządzona przez nią analiza kosztów i korzyści wykaże brak korzyści użytkowania autobusów zeroemisyjnych (art. 37 ust. 5 ustawy o elektromobilności).

Obowiązek sporządzania co 36 miesięcy takiej analizy wynika z zapisów art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności i dotyczy tych jednostek samorządu terytorialnego, które zobowiązane są do zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów. Przepis ten wymaga wykonania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o których mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji. Analizy nie sporządza się wyłącznie wówczas, gdy udział autobusów zeroemisyjnych przekroczy poziom wymagany dla kolejnego okresu jej sporządzania. W analizowanym przypadku jest to próg 20%.

Załącznik do przywołanej ustawy zawiera wykaz gazów cieplarnianych i innych substancji wprowadzanych do powietrza, objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych. W wykazie tym na pozycji nr 1 znajduje się dwutlenek węgla (ditlenek węgla – CO₂), a na pozycjach: 64, 65 i 66 – odpowiednio tlenek węgla oraz tlenki azotu i siarki. Zapis zawarty w ustawie o elektromobilności oznacza więc, że w analizie kosztów i korzyści uwzględnia się pojazdy, których silniki nie korzystają z procesu spalania paliw emitujących w nim m.in. takie substancje. Opisane kryterium spełniają napędy zasilane energią elektryczną, w tym wytwarzaną w ogniwach paliwowych zasilanych czystym wodorem (H₂) – nieemitujące dwutlenku węgla – ale nie spełniają już go silniki, w których paliwem jest gaz (LPG, CNG lub LNG).

Przepisy ustawy o elektromobilności wymagają, aby analiza kosztów i korzyści obejmowała w szczególności:

- a) analizę finansowo-ekonomiczną;
- b) oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi;

c) analizę społeczno-ekonomiczną, uwzględniającą wycenę kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji.

Przepisy ustawy nie wymagają więc przeprowadzania analizy wrażliwości oraz analizy ryzyka, co można uznać za uzasadnione, gdyż głównym celem analizy kosztów i korzyści wynikającym z zapisów ustawy o elektromobilności, jest ewentualne wykazanie braku korzyści wynikających z użytkowania autobusów zeroemisyjnych. Analiza wymagana przepisami ustawy o elektromobilności różni się więc znacznie wymaganym zakresem i metodologią sporządzania od analogicznych analiz wykonywanych na potrzeby dokumentacji aplikacyjnych o dofinansowanie inwestycji ze wsparciem ze środków zewnętrznych.

Analiza, niezwłocznie po jej sporządzeniu, jest przekazywana dwóm ministrom – właściwym do spraw energii i do spraw klimatu.

Jednocześnie, wykonanie analizy kosztów i korzyści zgodnie z wymogami ustawy o elektromobilności, jest niezbędne do opracowania i przyjęcia zmian w planie zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego (planie transportowym), o którym mowa w rozdziale 2 ustawy o ptz.

Wymagana aktualizacja planu transportowego dotyczy:

- uwzględnienia wyników analizy (art. 12 ust. 2a);
- wyznaczenia linii komunikacyjnych, na których przewidywane jest wykorzystanie pojazdów elektrycznych lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym, wraz z planowanym terminem rozpoczęcia ich użytkowania (art. 12 ust. 1 pkt 8);
- określenia geograficznego położenia stacji gazu ziemnego – wraz z miejscem jej przyłączenia do gazowej sieci dystrybucyjnej (art. 12 ust. 1a pkt. 1 i 3);
- określenia geograficznego położenia infrastruktury ładowania – wraz z miejscem jej przyłączenia do sieci elektroenergetycznej (art. 12 ust. 1a pkt. 2 i 3).

Przepisy art. 12 ust. 2b ustawy o ptz wprowadzają dodatkowy obowiązek skonsultowania projektu planu z operatorem systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego i operatorem systemu dystrybucyjnego gazowego, jeżeli wyniki analizy wskazują na zasadność wykorzystania w publicznym transporcie zbiorowym odpowiednio autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych gazem ziemnym.

Ustawa o elektromobilności nie określiła zasad sporządzania analizy i nie upoważniła także żadnego z ministrów do wydania rozporządzenia określającego sposób jej opracowywania. Do końca I półrocza 2023 r. żadne z ministerstw lub jednostek organizacyjnych ministerstw nie wydało również dokumentu o charakterze podręcznika, wytycznych lub zasad do sporządzania takiej analizy. Dopiero w lipcu 2023 r. Ministerstwo Klimatu i Środowiska przekazało miastom pismo sugerujące elementy, które w takiej analizie kosztów i korzyści powinny się

znaleźć. Poradnik sporządzania AKK, jako praktyczny przewodnik dla samorządów, wydała natomiast Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej w Warszawie¹⁰.

Analiza kosztów i korzyści jest obligatoryjnym elementem dokumentacji aplikacyjnej dużych projektów, w tym transportowych, ubiegających się o dofinansowanie środkami Unii Europejskiej. Celem analizy wykonanej na użytek wniosku o dofinansowanie jest potwierdzenie, że pod względem kryteriów finansowo-ekonomicznych dany projekt kwalifikuje się do współfinansowania unijnego oraz wskazanie, w jakiej proporcji powinien on podlegać współfinansowaniu.

Ogólne zasady prowadzenia analizy kosztów i korzyści określono na poziomie rozporządzeń unijnych. W szczególności, w załączniku nr III do rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2015/207 z 20 stycznia 2015 r., określono metodykę przeprowadzania analizy kosztów i korzyści.

Zasady i metody przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych dużych projektów we wszystkich branżach zawiera „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści...”, przywołany w rozdziale 1.1 niniejszego opracowania. Zasady przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych projektów inwestycyjnych w sektorze transportu publicznego w Polsce określa także „Niebieska Księga...”, opracowana przez Inicjatywę Jaspers i również wymieniona w rozdziale 1.1 opracowania.

Zasady opracowywania analizy kosztów i korzyści zawierają także „Wytyczne dotyczące zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym hybrydowych na lata 2021-2027”. Wytyczne te mają zastosowanie do projektów z dofinansowaniem unijnym zaliczanych do projektów dużych, tj. o całkowitym koszcie kwalifikowalnym przekraczającym 50 mln euro. Wytyczne te zalecają w rozdziale 1 w punkcie 2, aby analiza kosztów i korzyści dla projektów niezaliczanych do dużych, została przeprowadzona w sposób uproszczony.

Analiza kosztów i korzyści wykonywana na potrzeby wniosków o dofinansowanie z Unii Europejskiej składa się z kilku obowiązkowych elementów, takich jak:

- identyfikacja projektu i określenie jego celu;
- analiza popytu i opcji (wariantów);
- analiza finansowa;
- analiza społeczno-ekonomiczna;
- analiza wrażliwości;
- ocena ryzyka.

¹⁰ „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, IGKM Warszawa, 2018 r.

Podstawą do opracowania analizy są dane dotyczące stanu obecnego komunikacji miejskiej, w tym dane kosztowe oraz identyfikacja wariantów proponowanych rozwiązań. W przypadku niniejszej analizy, jest to identyfikacja wariantów wymiany taboru wykorzystywanego w elbląskiej komunikacji miejskiej.

Identyfikacja wariantów polega na zdefiniowaniu co najmniej dwóch scenariuszy działań: realizacji zamierzeń inwestycyjnych zmierzających do spełnienia określonych w ustawie o elektromobilności wymogów udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów komunikacji miejskiej oraz rezygnacji ze spełnienia tych wymogów.

Brak spełnienia wymogów nie oznacza całkowitego zaniechania ponoszenia nakładów inwestycyjnych, lecz jedynie brak realizacji ocenianego wariantu – przy utrzymaniu ciągłości funkcjonowania komunikacji miejskiej w dotychczasowej formie i związanych z tym – w niezbędnym zakresie – inwestycji odtworzeniowych dotyczących taboru.

Następną częścią analizy – po identyfikacji wariantów – jest analiza finansowa, którą prowadzi się według ściśle określonych zasad – w przypadku inwestycyjnych projektów unijnych nieznacznie odbiegających od klasycznej analizy finansowej przedsięwzięć inwestycyjnych. Analiza finansowa służy sprawdzeniu efektywności finansowej projektu (wskaźniki FRR/c^{11} , $FNPV/c^{12}$) oraz – w przypadku projektów unijnych – także określeniu efektywności finansowej dla wkładów krajowych i wysokości luki w finansowaniu.

Kolejnym etapem jest analiza społeczno-ekonomiczna, zwana także ekonomiczną lub społeczno-gospodarczą. Najprostszym sposobem jej wykonania jest sporządzenie bilansu kosztów i korzyści w wersji opisowej, który ma wówczas charakter jakościowej analizy społeczno-ekonomicznej. W niniejszym opracowaniu analiza społeczno-ekonomiczna wykonana została przy wykorzystaniu metody, która polega na sporządzeniu bilansu kosztów i korzyści w wersji ilościowej, opartej na ujęciu zmonetyzowanych efektów społeczno-ekonomicznych w rachunku przepływów z analizy finansowej.

Efekty inwestycji dla lokalnej społeczności oraz w zakresie oddziaływania na środowisko, można również skwantyfikować, czyli wyrazić kwotowo – za pomocą policzalnych parametrów i ich monetyzacji, co oznacza przeliczenie efektów społecznych na pieniądze. Zmonetyzowane efekty społeczno-ekonomiczne ujmuje się w rachunku przepływów z analizy finansowej i w efekcie powstaje ilościowa analiza kosztów i korzyści.

¹¹ FRR/c – finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji.

¹² $FNPV/c$ – finansowa zaktualizowana wartość netto.

Metoda ilościowa pozwala na wyznaczenie wartości wskaźników ekonomicznej efektywności inwestycji, takich jak: ERR¹³, ENPV¹⁴ i BCR¹⁵. Metoda ilościowa z obliczeniami przeprowadzanymi na zasadzie różnicowej, zalecona została w praktycznym przewodniku.

W projektach transportowych ubiegających się o dofinansowanie środkami Unii Europejskiej wykonuje się co do zasady analizę ilościową – jeśli wskaźniki ERR lub ENPV są wymagane. Zasada ta nie dotyczy projektów odnoszących się do bezpieczeństwa w transporcie, gdyż uznaje się, że nie istnieje rozsądna metodyka wyrażenia zarówno samego bezpieczeństwa, jak i poczucia bezpieczeństwa w kategoriach pieniężnych.

Koniecznym elementem analizy kosztów i korzyści jest ocena trwałości finansowej realizacji wariantów. Polega ona na ocenie zdolności organizatora i operatorów do realizacji przyjętych do analizy wariantów wymiany taboru oraz do zabezpieczenia przez organizatora i/lub operatora wystarczających środków finansowych na realizację planowanych zamierzeń inwestycyjnych. W niniejszym opracowaniu analizę trwałości przeprowadzono w sposób uproszczony.

Ostatnim elementem analizy kosztów i korzyści jest analiza wrażliwości i ryzyka. Pierwsza z nich ma na celu zbadanie skutków finansowych dla projektu w przypadku braku spełnienia przyjętych założeń. Polega ona na określeniu wpływu zmiany pojedynczych zmiennych krytycznych o wartość określoną procentowo, na wartość finansowych i ekonomicznych wskaźników efektywności projektu wraz z obliczeniem wartości progowych zmiennych – w celu określenia, jaka zmiana procentowa zmiennych krytycznych zrównałaby NPV (ekonomiczną lub finansową) z zerem.

Analiza ryzyka ma zaś na celu jego identyfikację, czyli określenie możliwych ryzyk realizacji projektu, ich analizę jakościową oraz przedstawienie możliwych działań zaradczych, jeśli poziom ryzyka nie jest akceptowalny.

Jak już podkreślono wcześniej, w niniejszej analizie uwzględniono także wszystkie elementy oczekiwane przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska – wynikające z pisma skierowanego do samorządów gmin miejskich przekraczających próg 50 000 mieszkańców.

¹³ ERR – ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu.

¹⁴ ENPV – ekonomiczna wartość bieżąca projektu.

¹⁵ BCR – stosunek sumy zdyskontowanych korzyści projektu do zdyskontowanych kosztów.

3. Charakterystyka Elbląga i elbląskiej komunikacji miejskiej

3.1. Obszar terytorialny objęty analizą

Niniejsza analiza kosztów i korzyści obejmuje obszar Gminy Miasta Elbląg oraz dwóch gmin ościennych objętych obsługą elbląskiej komunikacji miejskiej, tj. gminy (wiejskiej) Elbląg (miejscowości Gronowo Górne i Nowakowo) oraz gminy Milejewo (miejscowości: Jagodnik, Majewo, Milejewo, Ogrodniki i Piastowo).

3.2. Analiza otoczenia społeczno-gospodarczego na obszarze objętym AKK

Miasto Elbląg położone jest na Pobrzeżu Gdańskim, w północnej Polsce w zachodniej części województwa warmińsko-mazurskiego, nad rzeką Elbląg, mającą nieopodal ujście do Zalewu Wiślanego. W mieście znajduje się położony nad rzeką port morski, obecnie słabo wykorzystywany, który będzie się zapewne rozwijać po pogłębieniu kanału do przekopu przez Mierzęję Wiślaną.

Elbląg jest drugim co do wielkości miastem województwa i jego ośrodkiem subregionalnym, w którym koncentrują się funkcje ponadpowiatowe dla otaczającego go obszaru, obejmujące także powiaty malborski i nowodworski – należące do województwa pomorskiego.

Elbląg jest jednocześnie gminą miejską i powiatem grodzkim, stanowi także siedzibę powiatu elbląskiego i gminy wiejskiej Elbląg.

Miasto Elbląg graniczy z gminami wiejskimi Elbląg i Milejewo oraz gminą miejsko-wiejską Tolkmicko. Gminy te należą do otaczającego miasto powiatu elbląskiego.

Miasto Elbląg nie posiada wyznaczonych jednostek pomocniczych gminy. Zgodnie z obowiązującym Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Miasta Elbląg¹⁶, w mieście wyróżnia się cztery strefy funkcjonalne, podzielone na 29 jednostek strukturalnych.

Rzeka Elbląg znajduje się w zachodniej części miasta, w granicach miasta znajduje się jedynie niewielki obszar położony na zachodnim brzegu rzeki.

Strefy funkcjonalne i jednostki strukturalne Elbląga przedstawiono na rys. 1.

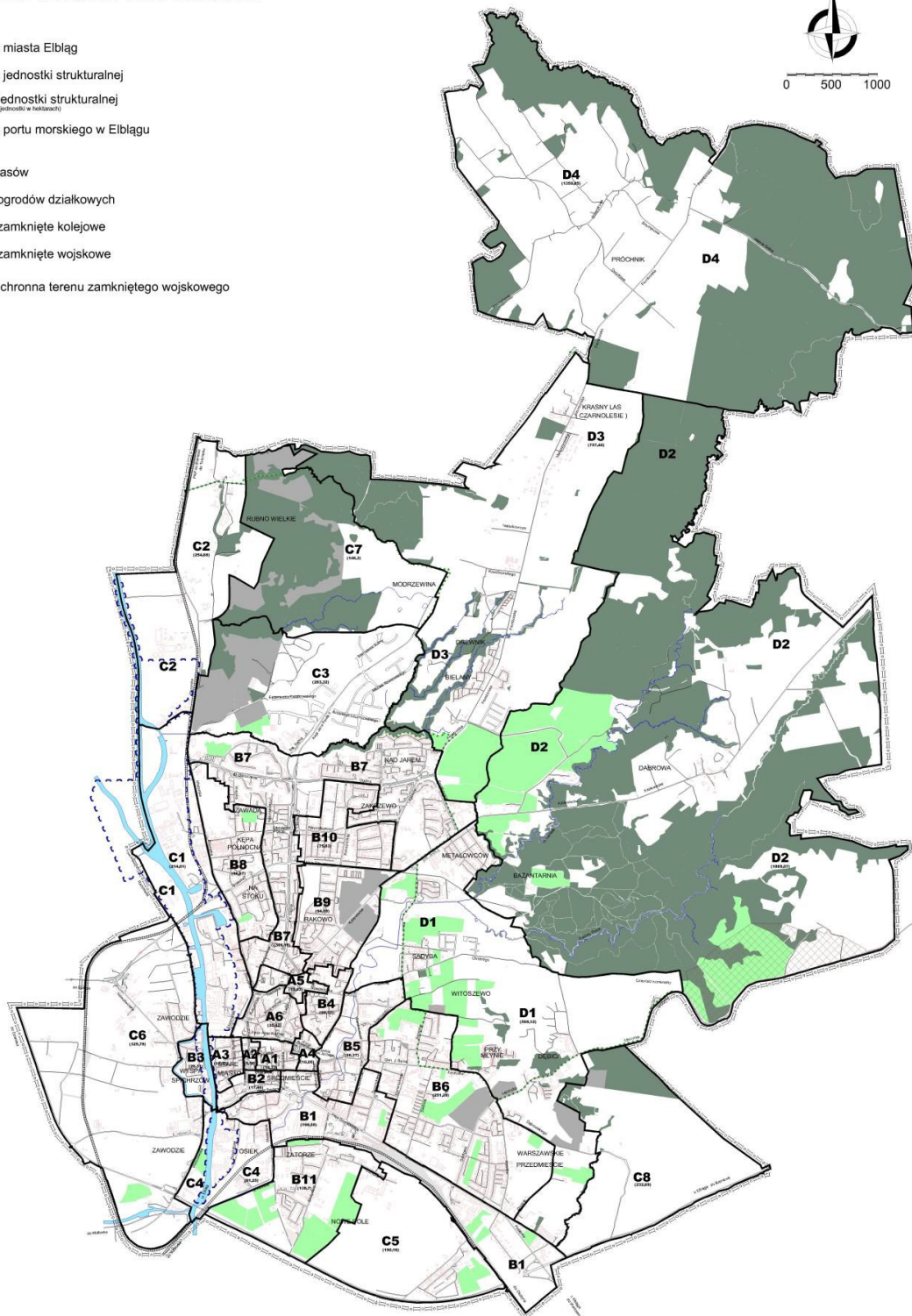
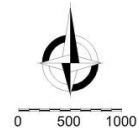
¹⁶ Uchwała nr XXVII/805/2022 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 3 listopada 2022 r.

STUDIUM UWARUNKOWAŃ I KIERUNKÓW ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO GMINY - MIASTA ELBLĄG
CZĘŚĆ UWARUNKOWANIA

JEDNOSTKI STRUKTURY MIASTA

Legenda

-  granica miasta Elbląg
-  granica jednostki strukturalnej
-  numer jednostki strukturalnej (powierzchnia jednostki w hektarach)
-  granica portu morskiego w Elblągu
-  tereny lasów
-  tereny ogrodów działkowych
-  tereny zamknięte kolejowe
-  tereny zamknięte wojskowe
-  strefa ochronna terenu zamkniętego wojskowego



Rys. 1. Strefy funkcjonalne i jednostki strukturalne Elbląga

Źródło: *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Miasta Elbląg. Część uwarunkowania.* s. 21, Mapa: Jednostki struktury miasta.

Strefa śródmiejska, oznaczona literą A, posiada potencjał centrotwórczy. Jednostki strefy B stanowią zróżnicowane funkcjonalnie przestrzenie zurbanizowane. Strefa C obejmuje tereny przede wszystkim o charakterze usługowo-przemysłowo-składowym i portowym. Jednostki strefy D to głównie tereny otwarte, z dominacją funkcji rekreacyjnych, rolniczych i leśnych oraz wyspowo rozmieszczonych zespołach zabudowy mieszkaniowej, głównie jednorodzinnej.

Ukształtowanie terenu miasta jest zróżnicowane – obszar wysoczyzny osiąga miejscami wysokość do 140 m n. p. m., natomiast płaski obszar Żuław, poprzecinany licznymi kanałami, znajduje się miejscami nawet w niewielkiej depresji.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2023 r. liczba ludności miasta wynosiła 112 923 osoby. Pod względem liczby ludności Elbląg zajmował 31. miejsce w kraju.

W ostatniej dekadzie liczba ludności miasta systematycznie malała (o 7,72% w latach 2014-2023), co jest zjawiskiem typowym w skali kraju. Spadek ten wynika z ujemnego salda migracji, stanowiącego efekt procesów suburbanizacji oraz z ujemnej stopy przyrostu naturalnego, czego efektem jest również niewielki spadek średniej gęstości zaludnienia.

Liczbę mieszkańców, powierzchnię i gęstość zaludnienia Elbląga w latach 2014-2023 – według Banku Danych Lokalnych GUS – zaprezentowano w tabeli 1.

Tab. 1. Liczba ludności, powierzchnia i gęstość zaludnienia Elbląga w latach 2014-2023

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok									
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Liczba mieszkańców	[osób]	122368	121642	121191	120895	120142	119317	115575	114401	113567	112923
Powierzchnia ogółem	[ha]	7 982	7 982	7 982	7 982	7 982	7 982	7 982	7982	7 982	7 982
Gęstość zaludnienia	[osób/km ²]	1 533	1 524	1 518	1 515	1 505	1 495	1 448	1 433	1 423	1 415

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Obszar miasta jest dość zurbanizowany, średnia gęstość zaludnienia w mieście według stanu na dzień 31 grudnia 2023 r. osiągała poziom 1,4 tys. osób na km², czyli niemal 12 razy więcej niż wartość średnia dla kraju i niemal 1,5 razy więcej niż średnia w Polsce dla miast powyżej 20 tys. mieszkańców.

3.3. System transportowy na obszarze objętym analizą

Na infrastrukturę transportową Elbląga składają się drogi publiczne, miejsca parkingowe, infrastruktura tramwajowego oraz drogowego publicznego transportu zbiorowego, infrastruktura kolejowa oraz infrastruktura rowerowa.

Głównymi źródłami i celami ruchu w mieście są: osiedla mieszkaniowe (w szczególności w zabudowie wielorodzinnej), placówki oświatowe (przedszkola i szkoły), zakłady pracy (im większy zakład, tym potencjalnie generuje większe zapotrzebowanie na przewozy), najważniejsze punkty handlowo-usługowe (supermarkety, centra handlowe), obiekty związane z ochroną zdrowia, sportowe, rekreacyjne, kulturalne oraz urzędy i instytucje. Do znaczących generatorów ruchu należą także obiekty węzłowe autobusowe i kolejowe. Dodać przy tym należy, że same obiekty węzłowe w niewielkim stopniu stanowią źródło lub docelowy cel podróży, ich rola zależy od stopnia skomunikowania z siecią połączeń regionalnych i dalekobieżnych.

Elbląg położony jest w pobliżu przecięcia drogi ekspresowej S7 oraz drogi ekspresowej S22. Trasy tych dróg przebiegają przy południowej granicy miasta, ruch tranzytowy omija więc teren zwartej zabudowy miejskiej. Węzły: Elbląg Wschód – jako skrzyżowanie dróg ekspresowych S7 i S22 (ul. Pasłęcka), Elbląg Południe – jako skrzyżowanie drogi ekspresowej S7 i drogi krajowej nr 22 (ul. Warszawska) oraz węzeł Elbląg Zachód (ul. Nowodworska), stanowią główne bramy wjazdowe do miasta. Węzły Południe i Wschód łączy ponadto droga wojewódzka nr 500, poprowadzona przez obszar miasta ulicami: Warszawską, al. Wyszńskiego, al. Tysiąclecia, al. Grunwaldzką i Pasłęką.

W Elblągu od drogi nr 500 rozpoczynają swój bieg także inne drogi wojewódzkie: nr 503 relacji Elbląg – Tolkmicko- Podgrodzie; nr 504 relacji Elbląg – Podgrodzie – Braniewo i nr 509 relacji Elbląg – Młynary – Drwęczno. Trasa drogi nr 503 poprowadzona została ulicami Browarną i Mazurską. Trasa drogi nr 504 przebiega ulicami: Hetmańską, 12 Lutego i Królewiecką, natomiast trasa drogi nr 509 – ulicami Grottgera i Łęczycką.

Drogi te, poprowadzone ważnymi ulicami miasta, pełnią istotną rolę w funkcjonowaniu jego systemu transportowego.

Przez miasto Elbląg przebiega w jego południowej części dwutorowa, zelektryfikowana linia kolejowa nr 204 relacji Malbork – Braniewo, ze stacją kolejową Elbląg. Wymienioną linię na odcinku od Malborka przez Elbląg do Bogaczewa (gdzie odgałęzia się od niej zelektryfikowana, jednotorowa linia nr 220 do Olsztyna Głównego) obsługują pociągi międzywojewódzkie – w relacjach do Białegostoku, Olsztyna, Szczecina, Gdyni i Warszawy oraz regionalne – w relacjach do: Malborka, Olsztyna, Słupska i Gdyni.

Przez Elbląg, przy jego zachodniej granicy, przebiega także trasa linii kolejowej nr 254 relacji Tropy – Braniewo (dawna kolej nadzalewowa). Na odcinku w granicach miasta odbywa się na tej linii tylko okresowy ruch towarowy.

Organizatorem elbląskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Elbląg. Zadania organizatora wykonuje wyspecjalizowana jednostka miasta – Zarząd Komunikacji Miejskiej w Elblągu sp. z o.o., ul. Browarna 90, 82-300 Elbląg – spółka samorządowa, w której 100% udziałów posiada Gmina Miasta Elbląg.

Do statutowych zadań ZKM należy w szczególności:

- programowanie komunikacji miejskiej;
- organizowanie przewozów pasażerskich;
- emisja, sprzedaż, dystrybucja i kontrola biletów;
- kontrola funkcjonowania komunikacji miejskiej;
- administrowanie przystankami oraz zarządzanie parkingami.

ZKM wykonuje zadania na obszarze właściwości Gminy Miasta Elbląg oraz gmin, z którymi zawarto porozumienia międzygminne w tym zakresie.

Przyjęty w Elblągu model finansowania transportu publicznego jest modelem „brutto”, którego cechą charakterystyczną jest to, że wpływy z biletów stanowią przychód Miasta (ZKM), a operatorzy otrzymują rekompensatę zależną od świadczonej pracy eksploatacyjnej.

Nadzór merytoryczny nad działalnością spółek komunalnych – ZKM oraz podmiotu wewnętrznego Tramwajów Elbląskich sp. z o.o. – pełni Departament Gospodarki Miasta w Urzędzie Miejskim w Elblągu.

Linie elbląskiej komunikacji miejskiej obsługują poza miastem Elblągiem – na podstawie zawartych porozumień komunalnych – także miejscowości w sąsiednich gminach wiejskich Elbląg i Milejewo.

Według stanu na dzień 30 września 2024 r., ZKM wykorzystywał do realizacji usług przewozowych następujących operatorów:

- Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. – podmiot wewnętrzny, realizujący przewozy na podstawie umowy wykonawczej nr 73/DGM/2021, zawartej w dniu 30 grudnia 2021 r., obowiązującej do dnia 31 grudnia 2036 r.;
- Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Elblągu sp. z o.o., al. Grunwaldzka 61, 82-300 Elbląg – operator wyłoniony w drodze przetargu nieograniczonego, świadczący usługi przewozu w ramach komunikacji miejskiej na podstawie umowy nr ZP-02/2020 na Pakiet nr 1, zawartej w dniu 30 marca 2021 r., a obowiązującej od dnia 1 kwietnia 2021 r. do dnia 31 grudnia 2027 r.;

- Konsorcjum: Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Gostyninie sp. z o.o., al. 18-go Stycznia 36, 09-500 Gostynin oraz Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o., ul. Chełmońskiego 33, 05-825 Grodzisk Mazowiecki – jako operator wyłoniony w drodze przetargu nieograniczonego, świadczący usługi przewozu w ramach komunikacji miejskiej na podstawie umowy nr ZP-01/2020 na Pakiet nr 2, zawartej w dniu 26 listopada 2020 r., a obowiązującej w okresie od dnia 1 stycznia 2021 r. do dnia 31 grudnia 2027 r.

Według stanu na dzień 30 września 2024 r., w ramach elbląskiej komunikacji miejskiej funkcjonowało 21 linii, w tym jedna sezonowa i jedna nocna.

Poszczególni operatorzy obsługiwali następujące linie:

- Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. – tramwajowe: 1, 2, 3, 4 i 5;
- PKS w Elblągu sp. z o.o. – autobusowe dzienne: 16, 17, 20, 21 i 22 i C;
- Grupa PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o. (konsorcjum PKS w Gostyninie sp. z o.o. oraz PKS w Grodzisku Mazowieckim) – autobusowe dzienne: 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 23, 24 i nocną 100 oraz dodatkowo w soboty 16 i 17, a w niedziele – 16.

Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. wykonują w ramach przewozów tramwajowych około 0,9 mln wozokilometrów rocznie, natomiast operatorzy autobusowi – około ok. 2,4 mln.

Jak już wspomniano, wpływy ze sprzedaży biletów stanowią przychód ZKM, natomiast operatorzy przewozów autobusowych otrzymują wynagrodzenie (rekompensatę) w formie zapłaty ceny za świadczone usługi, na podstawie liczby wykonanych wozokilometrów, wynikających z realizacji umowy.

Wg stanu na dzień 30 września 2024 r., w ramach elbląskiej komunikacji miejskiej funkcjonowało czternaście całorocznych dziennych linii autobusowych, oznaczonych handlowo numerami od 11 do 24, jedna linia sezonowa 18 i jedna całoroczna linia autobusowa nocna 100.

Wszystkie linie tramwajowe oraz 13 linii autobusowych miało trasy zawierające się w całości w granicach miasta Elbląga. Jedynie trzy linie autobusowe obsługiwały obszar miasta oraz pobliskie miejscowości podmiejskie w gminach wiejskich Elbląg i Milejewo. Linia 11 obsługiwała wybranymi kursami miejscowość Nowakowo w gminie Elbląg, linia 16 – wszystkimi kursami miejscowość Gronowo Górne w gminie Elbląg, natomiast linia 20 – wszystkimi kursami miejscowości: Milejewo i Piastowo oraz wybranymi kursami: Jagodnik, Majewo i Ogrodniki, w gminie Milejewo.

Niemal wszystkie z linii całorocznych funkcjonowały całotygodniowo, jedynie kursy na dwóch liniach – tramwajowej 5 i autobusowej 19 – wykonywano wyłącznie w dni powszednie.

Oferta przewozowa elbląskiej komunikacji miejskiej charakteryzowała się relatywnie dużą liczbą linii, mających zróżnicowane częstotliwości kursowania, w dodatku najczęściej o zmiennym takcie.

Wśród połączeń dziennych, tworzących sieć komunikacyjną, można wyróżnić następujące kategorie linii:

- priorytetowe (o wysokiej częstotliwości kursowania):
 - linia tramwajowa 4 funkcjonująca z częstotliwością zbliżoną do 20 minut, aczkolwiek bardzo nierytmiczną;
 - jednokierunkowa, okrężna linia autobusowa 21, funkcjonująca z rytmiczną częstotliwością co 15 minut, z wyjątkiem godzin porannych, w których częstotliwość kursowania zmniejszona została do 20-60 minut;
 - linia autobusowa 22 funkcjonująca na odcinku Dębica – al. Odrodzenia ze średnią częstotliwością co 20 minut (z wyjątkami).
- podstawowe:
 - linie tramwajowe: 1, 3 i 5 – z kursami przez niemal cały dzień powszedni z nierytmicznymi częstotliwościami zbliżonymi do 30 minut;
 - linie autobusowe: 13, 14, 15, 16, 17 i 24 – z częstotliwością kursów zbliżoną do 20 minut w godzinach szczytów przewozowych i do 40 minut pomiędzy szczytami w dniu powszednim;
- uzupełniające:
 - linia tramwajowa 2 – z kursami średnio co 40 minut;
 - linie autobusowe: 11, 12, 18 i 23 funkcjonujące ze zróżnicowanymi częstotliwościami od 30 do nawet 90 minut;
- indywidualne (marginalne):
 - linie autobusowe: 19, 20 i C – funkcjonujące z częstotliwościami zbliżonymi do jednogodzinnej lub niższymi albo tylko w określonych porach dnia;
 - linia autobusowa nocna 100 – z pięcioma parami kursów w porze nocnej.

Trasy większości linii elbląskiej komunikacji miejskiej mają charakter średnicowy, prowadząc pomiędzy przeciwległe położonymi osiedlami przez centrum miasta (Nowe Miasto, Śródmieście) lub promienisty – łącząc dworzec kolejowy z dzielnicami peryferyjnymi i niekiedy miejscowościami podmiejskimi. Trasy sześciu linii autobusowych: 11, 17, 18, 22, 23 i 24 nie przebiegają przez ściśle centrum miasta. Trasy trzech z nich (17, 22 i 23) prowadzą przez obrzeża centrum, natomiast pozostałe trzy linie (11, 18 i 24) zapewniają połączenie północnych rejonów

nów peryferyjnych z pętlami położonymi poza centrum miasta, co skutkuje koniecznością przesiadek przy dalszej podróży w kierunku centrum (lub osiedli położonych w południowej części Elbląga).

Trasa priorytetowej linii tramwajowej 4 łączy pętlę Ogólna z pętlą Druska i przebiega przez osiedle Nad Jarem, obok centrum handlowego Ogrody, następnie ulicami płk Dąbka i 12 Lutego do ul. gen. Grota-Roweckiego i dalej ul. 3 Maja na granicy Nowego Miasta do al. Grunwaldzkiej, obok placu Dworcowego do pętli zlokalizowanej na skraju osiedla Warszawskie Przedmieście.

Trasa priorytetowej linii autobusowej 21 prowadzi od pętli Dworzec PKP al. Grunwaldzką i al. Tysiąclecia do ul. Rycerskiej w Nowym Mieście, następnie ulicami: Pocztową, Rycerską, obok pl. Jagiellończyka i przez os. Ogrody i os. Na Stoku, do al. Piłsudskiego, gdzie wykonywana jest pętla ulicami: Królewicką, Fromborską, Ogólną i Konopnickiej, a następnie powrót tą samą trasą na plac Dworcowy.

Trasa priorytetowej linii autobusowej 22 prowadzi od pętli Odrodzenia ulicami: Dąbka, Królewicką, Nowowiejską, Górnośląską i Agrykola do ronda Żołnierzy Wyklętych, następnie ulicami: Kościuszki, Wspólną, Sienkiewicza, Orzeszkowej, Bema, Łęczycką oraz Grottgera do al. Grunwaldzkiej i tą aleją do ronda Bitwy pod Grunwaldem, dalej ul. Rawską z powrotem do ul. Łęczyckiej i tą ulicą do pętli przy cmentarzu komunalnym.

Trasy wyżej opisanych linii priorytetowych łączą ze sobą największe obszary zabudowy wielo- i jednorodzinnej Elbląga oraz komunikują je ze ścisłym centrum miasta, a także z rejonem dworców kolejowym i autobusowym.

W badaniach liczby przewożonych pasażerów, przeprowadzonych przez ZKM wiosną 2023 r., największą liczbę przewiezionych pasażerów wykazano na liniach tramwajowych – priorytetowej 4 oraz podstawowych 1 i 3, a także na priorytetowych liniach autobusowych 21 i 22.

Autobusowe linie priorytetowe oraz podstawowe, obsługujące główne rejony zabudowy mieszkaniowej i przemysłowej oraz centrum miasta, mogą być docelowo przeznaczone do obsługi taborom zeroemisyjnym.

Część pętli autobusowych elbląskiej komunikacji miejskiej, wg stanu na dzień 30 września 2024 r., skupiała po kilka linii, w tym najwięcej z nich:

- położona w północnej części obszaru zurbanizowanego miasta pętla tramwajowo-autobusowa Ogólna/Nad Jarem – cztery linie tramwajowe: 1, 3, 4 i 5 oraz pięć linii autobusowych: trzy podstawowe 14, 16 i 24, a także uzupełniające 11 i C;

- położona również w północnej części obszaru zurbanizowanego miasta pętla autobusowa Aleja Odrodzenia – siedem linii autobusowych: priorytetową 22 i podstawowe 13 i 17 oraz uzupełniające 12 i 18 oraz indywidualne 19 i 100;
- położona w południowej części obszaru zurbanizowanego miasta pętla autobusowa Dworzec – sześć linii: priorytetową 21, uzupełniające 13 i 23 oraz indywidualne: 19, 20 i 100

Wspólne pętle dla wielu linii autobusowych stanowią okoliczność umożliwiającą nie tylko opisane wyżej stosowanie nowoczesnych technik zarządzania ofertą przewozową – zmian w przypisaniu pojazdów do linii w ciągu dnia, przeprowadzanych w celu zoptymalizowania liczby użytkowanych w ruchu autobusów, ale i ułatwiającą ewentualną eksploatację autobusów zeroemisyjnych – elektrycznych z zasilaniem bateryjnym.

W tabeli 2 przedstawiono następujące dane charakteryzujące elbląską komunikację miejską (wykonanie w latach 2021-2023 oraz plan na 2024 r.):

- liczbę wozokilometrów – w podziale na tramwaje i tabor autobusowy;
- średnią liczbę autobusów operatorów w inwentarzu i w ruchu;
- liczbę pasażerów;
- przychody z biletów.

Tab. 2. Podstawowe parametry charakteryzujące elbląską komunikację miejską w latach 2021-2024

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok			
		2021	2022	2023	2024 – plan
Liczba wozokilometrów		3 121,6	3 138,6	3 192,1	3 274,7
- w tym tramwaje	tys. km	903,1	902,6	900,7	903,7
- w tym autobusy		2 218,4	2 236,0	2 291,4	2 371,0
Średnia liczba pojazdów we flocie:		65	63	61	59
- w tym tramwaje	szt.	24	22	20	18
- w tym autobusy		41	41	41	41
Średnia liczba pojazdów w ruchu:		49,7	49,6	49,5	50,0
- w tym tramwaje	szt.	13,7	13,6	13,5	14,0
- w tym autobusy		36,0	36,0	36,0	36,0
Udział w pracy eksploatacyjnej:					
- tramwaje	%	28,9	28,8	28,2	27,6
- autobusy		71,1	71,2	71,8	72,4
Liczba pasażerów				8 299,9	
- w tym tramwaje	tys. osób	b.d.	b.d.	4 612,5	b.d.
- w tym autobusy				3 687,4	
Przychody z biletów brutto	tys. zł	2 150,6	2 778,1	3 866,2	b.d.

Źródło: dane ZKM.

Jak wynika z tabeli 2, w latach 2021-2023 wielkość oferty przewozowej, wyrażona liczbą wozokilometrów i pojazdów w ruchu, ulegała tylko niewielkim wahaniom – można uznać, że była ona ustabilizowana. Względnie stała liczba wozokilometrów w latach 2021-2023 jest rezultatem niewielkiego spadku liczby mieszkańców Elbląga oraz wynikiem niewprowadzania w analizowanym okresie istotnych zmian w zakresie obsługi Miasta i obszarów gmin ościennych elbląską komunikacją miejską.

W kolejnych latach przewiduje się wykonywanie w przewozach autobusowych około 2 356 tys. wozokilometrów rocznie w całym okresie analizy (pominięto zakładaną corocznie rezerwę w wysokości 15 tys. wozokilometrów).

Założono, że w przypadku wykazania w niniejszej analizie obowiązku wprowadzenia do eksploatacji taboru zeroemisyjnego, Miasto przeprowadzi negocjacje z operatorami. W wyniku przeprowadzonych negocjacji i zawarcia aneksów do umów, wybrane autobusy spalinowe zostaną zastąpione autobusami elektrycznymi w wymaganej liczbie. Autobusy zeroemisyjne wprowadzą do eksploatacji obecni operatorzy albo – alternatywnie – tabor ten zostanie zakupiony przez Miasto i im udostępniony.

Przewiduje się, że w przypadku braku wynikającego z niniejszej analizy wymogu wprowadzania do eksploatacji pojazdów zeroemisyjnych, wymóg wprowadzenia do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych zawarty zostanie ewentualnie w postępowaniu wyboru nowych operatorów na kolejny okres obsługi.

Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto, że w okresie analizy liczba autobusów w ruchu będzie stała i wyniesie 36 pojazdów.

3.4. Użytkowany tabor autobusowy

Według stanu na dzień 30 września 2024 r. linie komunikacji miejskiej organizowanej przez Miasto obsługiwane były tramwajami częściowo niskopodłogowymi i wysokopodłogowymi oraz autobusami wyłącznie częściowo niskopodłogowymi. Flotą autobusową zarządzało dwóch operatorów: PKS w Elblągu sp. z o.o. oraz Konsorcjum PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o. wraz z PKS w Gostyninie sp. z o.o.

Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. dysponowały flotą 26 wagonów tramwajowych różnych typów, w tym 6 wagonów niskopodłogowych i 8 z częściowo lub niską podłogą.

Według stanu na dzień 30 września 2024 r. flota autobusów wykorzystywanych do przewozów pasażerów w elbląskiej komunikacji miejskiej liczyła 41 pojazdów: 18 autobusami dysponowała PKS w Elblągu sp. z o.o., a 23 – Konsorcjum PKS Grodzisk Maz. Autobusy te były wyłącznie niskowejściowe, klasy midi. Wymienione pojazdy wyposażone zostały w silniki spalinowe zasilane olejem napędowym. Wszystkie pojazdy dostosowane zostały do potrzeb osób niepełnosprawnych, wyposażono je w system informacji pasażerskiej, w tym głosowej oraz system Elbląskiej Karty Miejskiej, kasowniki elektroniczne, automaty biletowe, system zliczania pasażerów, klimatyzację i monitoring. Autobusy PKS w Elblągu sp. z o.o. wyposażone zostały dodatkowo w porty usb.

W tabeli 3 przedstawiono strukturę użytkowanego taboru wykorzystywanego do realizacji przewozów autobusowych w komunikacji miejskiej – wg kryterium wieku i spełniania norm czystości spalin – stan na dzień 30 września 2024 r.

Tab. 3. Struktura taboru autobusowego wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na 30 września 2024 r.

Lp.	Typ taboru	Rodzaj paliwa	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Liczba miejsc	Norma czystości spalin	Operator
1	Iveco Crossway 10.8 LE	ON	18	10,85	2021	89	EURO VID	PKS w Elblągu sp. z o.o.
2	ZAZ A-10	ON	3	8,25	2020	61	EURO VI	Konsorcjum PKS Grodzisk Maz.
3	ZAZ A-10	ON	20	8,25	2021	61	EURO VI	Konsorcjum PKS Grodzisk Maz.
Ogółem		ON	41	8,25-10,85	2020-2021	61-89	EURO VI/VID	-

Źródło: dane ZKM.

Tabor autobusowy użytkowany w elbląskiej komunikacji miejskiej był mało zróżnicowany pod względem pojemności pasażerskiej – występowały tylko dwa typy pojazdów: z 89 miejscami, (w tym 30 siedzących) oraz z 61 miejscami (w tym 24 siedzące).

Z uwagi na wprowadzenie do eksploatacji w momencie rozpoczęcia świadczenia usług przez obecnych operatorów zupełnie nowego taboru, autobusy mogą być eksploatowane bez ich wymiany do końca zawartych umów, czyli do końca 2027 r., a ich średni wiek w ostatnim roku umowy będzie wynosić jedynie 6,1 lat.

Strukturę taboru autobusowego elbląskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin, wg stanu na dzień 30 września 2024 r., przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Struktura taboru elbląskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin – stan na 30 września 2024 r.

Wyszczególnienie	Jedn.	Norma czystości spalin EURO						Ra- zem
		II	III	IV	V	VI	VID	
Liczba pojazdów	szt.	0	0	0	0	23	18	41
Struktura	%	0,0	0,0	0,0	0,0	56,1	43,9	100,0

Źródło: dane ZKM.

Do niniejszej analizy w wariacie bez zmian struktury taboru przyjęto stan ilościowy floty autobusów elbląskiej komunikacji na dzień 30 września 2024 r. – w liczbie 41 szt.

4. Plan wymiany taboru

4.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Elbląga

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Miasto świadczenia usług w ramach komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi – zgodnie z wymogami art. 36 oraz art. 68 ust. 4 ustawy o elektromobilności. Zdefiniowanie wariantów możliwych inwestycji taborowych wymaga analizy – pod kątem zakładanych w tym zakresie inwestycji – opracowań strategicznych Elbląga i szerzej – jego obszaru funkcjonalnego. Flotę taboru użytkowanego w ramach elbląskiej komunikacji miejskiej wg stanu na dzień 30 września 2024 r. przedstawiono w tabeli 3 w rozdziale 3.

„MOF ELBLĄGA 2030. Strategia rozwoju ponadlokalnego”¹⁷, obejmuje obszar strategicznej interwencji wskazany w dokumencie „Warmińsko-Mazurskie 2030. Strategia rozwoju społeczno-gospodarczego”¹⁸, obejmujący rdzeń – miasto Elbląg oraz sąsiednie gminy: miejsko-wiejskie: Młynary, Pasłęk i Tolkmicko, a także gminy wiejskie: Elbląg, Gronowo Elbląskie, Markusy i Milejewo.

W przywołanym dokumencie określono pięć celów strategicznych, w tym trzy wertykalne i dwa horyzontalne.

Cele wertykalne to:

- Włączająca gospodarka;
- Kapitalna społeczność;
- Wartościowe usługi.

Cele horyzontalne to:

- Efektywna komunikacja;
- Stabilny ekosystem.

W ramach celu horyzontalnego „Efektywna komunikacja” wyróżniono w Strategii kierunki działań:

- Ekologiczna mobilność, obejmująca:
 - ✓ rozwój transportu niskoemisyjnego,
 - ✓ rozwój infrastruktury tramwajowej;
- Infrastruktura wodna – dotycząca rozwoju infrastruktury portowej oraz szlaków wodnych;
- Infrastruktura drogowa – dotycząca budowy i poprawy stanu dróg, infrastruktury towarzyszącej, poprawy bezpieczeństwa oraz rozwoju tras rowerowych z infrastrukturą;

¹⁷ Strategia przyjęta uchwałą nr XXXVI/994/2024 Rady Miejskiej w Elblągu, z dnia 14 marca 2024 r.

¹⁸ Strategia przyjęta uchwałą nr XIV/243/20 Sejmiku Województwa Warmińsko-Mazurskiego z dnia 18 lutego 2020 r.

- Transport lotniczy – dotyczący rozwoju lokalnego lotniska;
- Infrastruktura teleinformatyczna – obejmująca rozwój sieci szerokopasmowych, narzędzi komunikacji zdalnej, aplikacji usprawniających funkcjonowanie instytucji publicznych.

Jednym z oczekiwanych efektów jest wzrost wykorzystania ekologicznych form transportu.

Dokument wymienił cztery obszary tematyczne przewidziane do realizacji, w tym „Mobilny MOF Elbląga”, realizowany w ramach celu strategicznego „Efektywna komunikacja”.

W ramach tego obszaru przewiduje się typy projektów dotyczące odpowiednio:

- inwestycji w infrastrukturę dla potrzeb transportu zbiorowego spełniającego wymogi „ekologicznie czystych pojazdów”, a także w nisko- i zeroemisyjny tabor kołowy oraz w transport szynowy;
- inwestycji w infrastrukturę do ładowania i tankowania zeroemisyjnych pojazdów komunikacji publicznej oraz infrastrukturę dla użytkowników indywidualnych, zapewniającą niedyskryminacyjny dostęp dla wszystkich użytkowników;
- działań poprawiających przepływ i bezpieczeństwo pasażerów transportu publicznego, np. węzły przesiadkowe, systemy ITS;
- działań na rzecz integracji transportu zbiorowego, w tym obiekty P&R;
- rozwoju infrastruktury dla ruchu niezmotoryzowanego;
- przygotowania SUMP;
- działań edukacyjnych;
- kompleksowych inwestycji w zrównoważoną mobilność w mieście i jego obszarze funkcjonalnym, poprzez działania takie jak: zakup bezemisyjnego taboru tramwajowego, trolejbusowego i autobusowego oraz budowa, przebudowa i modernizacja infrastruktury na potrzeby transportu zbiorowego i komplementarnych form mobilności, a także digitalizacja systemu mobilności w mieście.

Jako wartość przedsięwzięć w ramach obszaru wskazano kwotę 50,1 mln euro, a jako wartość dofinansowania – 42,6 mln euro, w horyzoncie realizacji 2024-2029.

„Strategia Rozwoju Elbląga 2020+”¹⁹ wyznaczyła cel główny rozwoju miasta oraz cztery cele strategiczne, a do każdego z nich cele operacyjne.

W ramach celu strategicznego nr 3 – „Nowoczesna infrastruktura, oparta o innowacje”, wyznaczono trzy cele operacyjne:

- nr 3.1 – zwiększenie dostępności komunikacyjnej;

¹⁹ Strategia przyjęta uchwałą nr XXXI/910/2014 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 30 września 2014 r., zmienionej uchwałą nr XXVI/494/2017 z dnia 27 kwietnia 2017 r.

- nr 3.2 – poprawa jakości i ochrona środowiska przyrodniczego;
- nr 3.3 – poprawa infrastruktury technicznej.

W ramach celu operacyjnego nr 3.1 przewidziano jako kierunki działań m.in.:

- zwiększenie znaczenia komunikacji publicznej, w tym głównie tramwajowej, w szczególności w centralnej części miasta – na rzecz minimalizacji transportu indywidualnego poprzez wprowadzenie priorytetów dla komunikacji miejskiej w ruchu drogowym (ITS);
- przebudowę i udrożnienie głównych węzłów komunikacyjnych w mieście, newralgicznych punktów komunikacyjnych, skrzyżowań, niebezpiecznych odcinków dróg i budowę obwodnicy wschodniej miasta.

Jako priorytetowe przedsięwzięcia strategiczne realizowane w ramach celu operacyjnego nr 3.1 wymieniono m.in.:

- przebudowę drogi wojewódzkiej 504, etap II – budowę torowiska i trakcji tramwajowej w ul. gen. Grota-Roweckiego i ul. 12 Lutego w Elblągu;
- poprawę zrównoważonej mobilności mieszkańców Elbląga.
- poprawę powiązania dzielnicy „Zatorze” (strefy przedsiębiorczości Elbląskiego Obszaru Funkcjonalnego) z centrum Miasta Elbląga poprzez budowę wiaduktu w ciągu ulic Lotniczej i Skrzydlatej wraz z drogami dojazdowymi i dostosowaniem istniejących elementów sieci drogowej.

„Strategia rozwoju elektromobilności Elbląga 2020+”²⁰ zdefiniowała jako cel strategiczny ograniczenie zanieczyszczenia powietrza oraz poprawę jakości i zmniejszenie emisyjności transportu zbiorowego oraz indywidualnego poprzez wdrażanie rozwiązań z zakresu elektromobilności.

W Strategii zdefiniowano dziewięć celów szczegółowych, a w ramach każdego z celów określono od dwóch do czterech działań.

Cele szczegółowe związane z transportem zbiorowym są następujące:

- nr 1 – Promocja transportu zbiorowego i transportu przyjaznego środowisku;
- nr 2 – Uprzywilejowanie transportu zbiorowego w ruchu publicznym poprzez nadawanie priorytetu ruchu dla pojazdów komunikacji publicznej, a w nim działania:
 - 2.1. Rozwój systemu sterowania sygnalizacją świetlną i systemu wystawiania priorytetów na skrzyżowaniach dla pojazdów komunikacji miejskiej,
 - 2.2. Rozwój systemu sterowania ruchem w tym: centralne gromadzenie informacji o przepływach ruchu, system zliczania potoków pasażerskich, sterowanie przepływami uzależnione od aktualnej sytuacji drogowej;

²⁰ Strategia przyjęta uchwałą nr XIII/391/2020 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 24 września 2020 r.

- nr 3 – poprawa stanu taboru transportu zbiorowego poprzez sukcesywną wymianę taboru tramwajowego oraz autobusowego na nisko- i zeroemisyjny, dostosowany do potrzeb osób niepełnosprawnych, a w nim w szczególności działania:
 - 3.1. Stopniowa wymiana przestarzałego taboru tramwajowego,
 - 3.2. Stopniowa wymiana taboru autobusowego na nisko- i zeroemisyjny (zgodnie z harmonogramem wymiany floty i wymogami ustawy o elektromobilności);
- nr 4 – poprawa stanu infrastruktury transportu zbiorowego poprzez inwestycje w infrastrukturę transportu nisko- i zeroemisyjnego, a w nim działania:
 - 4.1. Stworzenie odpowiedniej infrastruktury ładującej dla pojazdów komunikacji miejskiej o napędzie zeroemisyjnym lub niskoemisyjnym,
 - 4.2. Dostosowanie zajezdni i zaplecza warsztatowego do obsługi pojazdów zero- i niskoemisyjnych;
- nr 5 – poprawa systemu informacji pasażerskiej poprzez wykorzystanie elementów smart city;
- nr 6 – udostępnienie możliwości ładowania pojazdów elektrycznych poprzez budowę publicznej infrastruktury stacji ładowania;
- nr 7 – zmniejszanie udziału pojazdów spalinowych na rzecz pojazdów zeroemisyjnych – zwłaszcza flota jednostek publicznych;
- nr 8 – rozbudowa systemu ścieżek rowerowych wraz z miejscami obsługi rowerzystów oraz stacjami naprawy rowerów;
- nr 9 – integracja systemów transportu zbiorowego i indywidualnego, w tym tworzenia węzłów przesiadkowych oraz parkingów P&R.

Okres realizacji działań ujętych w ramach celów nr 3 i nr 5 oraz działania nr 4.2, został określony na lata 2020-2028. Okres realizacji działań ujętych w ramach celu nr 9 oraz działania nr 4.1, został natomiast określony na lata 2020-2035.

Dokument w zakresie wyboru linii do elektryfikacji przywołał postanowienia Analizy kosztów i korzyści z 2018 r., tj. w pierwszej kolejności linie 7 i 17, a w następnej kolejności linie: 8, 9, 13 i 19. Od czasu sporządzenia tej Analizy, zasadniczej zmianie uległa jednak siatka połączeń – wraz z przenie numerowaniem linii.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Gminy Miasta Elblągu na lata 2017-2030”²¹ przedstawił dwa warianty rozwoju publicznego transportu zbiorowego w Elblągu – pasywny i rozwojowy.

²¹ Plan przyjęty uchwałą nr IV/110/2019 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 28 marca 2019 r.

W wariantcie pasywnym przyjęto, że sieć linii elbląskiej komunikacji miejskiej nie będzie podlegać istotnym zmianom, a zakres pracy eksploatacyjnej, w tym w podsegmentcie autobusowym, będzie w niewielkim stopniu, lecz sukcesywnie zmniejszany.

W wariantcie rozwojowym w ofercie przewozowej przewidziano systematyczne zwiększenie zakresu i intensywności funkcjonowania komunikacji miejskiej, skutkujące wzrostem liczby jej pasażerów, w tym rozbudowę sieci tramwajowej oraz remonty torowisk tramwajowych.

W planie transportowym założono, że w efekcie tych działań zostanie opracowany i wdrożony nowy, kompleksowy układ linii elbląskiej komunikacji miejskiej. W wariantcie tym przyjęto wzrost zakresu pracy eksploatacyjnej tramwajów i utrzymanie na stałym poziomie pracy eksploatacyjnej autobusów.

Plan wymienił realizowane inwestycje dotyczące modernizacji układu torowo-sieciowego podsystemu tramwajowego (ulice gen. Grota-Roweckiego i 12 Lutego), budowę wiaduktu w ciągu ul. Lotniczej oraz realizację projektu „Poprawa zrównoważonej mobilności mieszkańców Elbląga”. W zakresie realizowanych inwestycji w okresie jego obowiązywania, Plan odwołuje się do zadań określonych w aktualnych strategiach, z preferencją zakupów, modernizacji i rozbudowy podsegmentu tramwajowego.

W zakresie realizacji preferencji pasażerów Plan zalecił m.in.: dążenie do ustalenia jednego taktu dla całej sieci komunikacyjnej i pełnej koordynacji rozkładów jazdy, utrzymanie przeciętnego wieku taboru autobusowego 8-10 lat, wymóg eksploatacji fabrycznie nowych autobusów z klimatyzacją przestrzeni pasażerskiej, systematyczną wymianę i modernizację wagonów tramwajowych oraz kompleksową modernizację torowisk, przybliżanie i budowę przystanków wspólnych dla obydwu podsystemów komunikacji miejskiej, wyposażenie wszystkich pojazdów w elektroniczne tablice wewnętrzne oraz w zapowiedzi głosowe przystanków, wprowadzenie priorytetów w ruchu i w przejazdach przez skrzyżowania dla pojazdów komunikacji miejskiej oraz stopniowe wyznaczanie pasów wyłącznego ruchu dla komunikacji miejskiej, a także objęcie monitoringiem 100% jednostek taborowych.

Plan wskazał ponadto na konieczność podjęcia decyzji Gminy Miasta Elbląg co do ewentualnego udziału w tworzonych programach ekomobilności, poprzedzonej analizą możliwości wykorzystania infrastruktury zasilającej sieć tramwajową do rozwoju segmentu miejskiego transportu bezemisyjnego w miejscu jego używania (autobusów elektrycznych).

„Lokalny Program Rewitalizacji Elbląga 2020+”²² obejmuje pięć jednostek: Dolinka, Mickiewicza/Traugutta, Na Stoku, Osiek i Zawodzie. Jako najważniejszy problem środowiskowy

²² Program przyjęty uchwałą nr XXXIV/716/2018 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 26 kwietnia 2018 r.

Program przedstawił zagrożenie hałasem drogowym. W dokumencie uznano, że szczególne znaczenie ma systematycznie prowadzona modernizacja sieci drogowej i tramwajowej Elbląga.

Program określił cele i kierunki działań rewitalizacji oraz przedsięwzięcia rewitalizacyjne, nie odnoszą się one jednak do transportu zbiorowego. Jedynie przedsięwzięcia rewitalizacyjne w zakresie transportu i mobilności dotyczą remontów dróg oraz poprawy bezpieczeństwa pieszych i rowerzystów.

4.2. Problematyka rodzaju taboru w poprzedniej AKK

W ostatniej „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych dla Gminy Miasta Elbląg”, opracowanej w listopadzie 2021 r., uwzględniono trzy warianty wymiany taboru autobusowego:

- wariant 1 – konwencjonalny, w którym założono w kolejnych umowach z operatorami wprowadzanie autobusów wyłącznie zasilanych olejem napędowym;
- wariant 2 elektryczny 1, w którym założono:
 - wprowadzanie w kolejnych umowach z operatorami bateryjnych autobusów elektrycznych klasy midi, z szybkim doładowaniem pantografowym na pętlach i uzupełniającym plug-in na terenie zajezdni – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności,
 - w pozostałym zakresie – wprowadzanie autobusów z klasycznym napędem Diesla;
- wariant 2 elektryczny 2, w którym założono:
 - wprowadzanie w kolejnych umowach z operatorami bateryjnych autobusów elektrycznych klasy maxi, ładowanych wyłącznie w porze nocnej poprzez złącza plug-in na terenie zajezdni – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności,
 - w pozostałym zakresie – wprowadzanie autobusów z klasycznym napędem Diesla.

We wszystkich wariantach analizy przyjęto zakres pracy eksploatacyjnej, na poziomie wielkości pracy eksploatacyjnej planowanej do wykonania w 2021 r., tj. w wysokości 2,20 mln wozokilometrów rocznie. We wszystkich wariantach przyjęto także, że kolejne umowy wykonawcze z operatorami zawierane będą na okresy 8-letnie, a wprowadzany do eksploatacji tabor będzie fabrycznie nowy.

W wariantcie elektrycznym 1, z uwagi na przeznaczenie części czasu przebywania autobusów elektrycznych na trasie na ładowanie baterii na pętlach, przyjęto że na każde 5 zaku-

pionych autobusów zeroemisyjnych, wycofane zostaną 4 autobusy zasilane olejem napędowym. W wariantach elektrycznych założono ponadto, że autobusy elektryczne wraz z ładowarkami będą nabywane przez Miasto i udostępniane operatorom.

W wariantcie elektrycznym 2, z uwagi na znaczną masę własną autobusów elektrycznych wyposażonych w baterie o dużej pojemności oraz zmniejszoną w związku z tym pojemność pasażerską, przyjęto że nabywane będą wyłącznie autobusy zeroemisyjne klasy maxi.

Poza ww. wariantami inwestycyjnymi utworzono ponadto porównawczy scenariusz bazowy, z wykonywaniem przewozów autobusami zasilanymi olejem napędowym, przy możliwie najniższych nakładach finansowych na odtwarzanie taboru.

Analiza przeprowadzona w 2021 r. wykazała, że w porównaniu do scenariusza bazowego, najkorzystniej wypadł wariant 1 – konwencjonalny. Przy przyjętych założeniach analiza wykazała więc brak przewagi korzyści z użytkowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego zastosowania.

Głównym powodem negatywnych wyników analizy były wysokie ceny autobusów zeroemisyjnych, konieczność ponoszenia znaczących dodatkowych nakładów na instalacje zasilające autobusów elektrycznych.

W wyniku symulacji zmian efektywności finansowej i ekonomicznej obliczono, że korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego wystąpiłyby, jeśli cena autobusu elektrycznego klasy midi byłaby niższa o 49%, a autobusu elektrycznego klasy maxi – o 54%.

4.3. Wybór rodzaju napędu

Wybór rodzaju napędu stosowanego w pojazdach komunikacji miejskiej zależy nie tylko od wyników analiz zawartych w dokumentach strategicznych związanych z rozwojem danego miasta i jego obszaru funkcjonalnego, w tym w obszarze publicznego transportu zbiorowego, ale także od wielu różnych uwarunkowań technicznych i finansowych.

Przesłanki przemawiające za zastosowaniem w eksploatowanym taborze autobusowym różnych źródeł zasilania, stanowią możliwe do osiągnięcia następujące efekty:

- dywersyfikacja źródeł zasilania taboru – zwiększająca bezpieczeństwo ekonomiczne przy wahaniami cen paliw oraz zmianie warunków klimatycznych, ale przy małej liczbie pojazdów obsługujących sieć – zwiększająca jednocześnie koszty eksploatacyjne;
- zwiększenie bezpieczeństwa dostaw paliw i energii oraz ich stabilności cenowej;
- w przypadku pojazdów elektrycznych – wydłużenie okresu eksploatacji taboru bez konieczności dokonywania poważnych napraw, ze względu na większą trwałość silników elektrycznych (z wyjątkiem baterii);

- zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania transportu publicznego na mieszkańców w silnie zurbanizowanym obszarze miasta, w związku z brakiem emisji zanieczyszczeń do atmosfery w miejscu użytkowania autobusów zeroemisyjnych;
- realizacja celów zdefiniowanych w ustawie o elektromobilności.

Dostępными obecnie na rynku autobusami zeroemisyjnymi – nieemitującymi gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych – są pojazdy z napędem elektrycznym zasilane bateryjnie, z sieci zewnętrznej (trolejbusy) lub ze stacji doładowania różnych rodzajów albo w systemie mieszanym. Autobusami zeroemisyjnymi są także autobusy elektryczne z wytwarzaniem energii w ogniwach paliwowych, ale tylko takich, dla których w efekcie spalania paliwa nie występuje emisja CO₂ – co przy obecnym stanie zaawansowania techniki – w praktyce ogranicza je do autobusów z ogniwami paliwowymi zasilanymi wodorem (H₂).

Trolejbusy, ze względu na brak w Elblągu trolejbusowej sieci trakcyjnej, jej kolizje z siecią tramwajową i bardzo wysokie koszty budowy od podstaw, wykluczono z dalszej analizy.

Nakłady finansowe na uruchomienie przewozów bateryjnymi autobusami elektrycznymi związane są nie tylko z wysokim kosztem zakupu pojazdów, ale także ze znacznymi dodatkowymi wydatkami na infrastrukturę służącą do ich zasilania. Z drugiej strony, w wyniku dotychczas niższych kosztów zakupu energii elektrycznej niż oleju napędowego, możliwe były do osiągnięcia oszczędności wynikające z codziennej eksploatacji tego typu pojazdów.

Z kolei nakłady finansowe na uruchomienie przewozów autobusami elektrycznymi z wodorowymi ogniwami paliwowymi związane są z bardzo wysokim kosztem zakupu pojazdów stosujących tę nowatorską technologię oraz z brakiem dostępu do bliskiej stacji tankowania wodoru w Polsce. Koszt uruchomienia dedykowanej stacji tankowania wodoru jest nadal wciąż kilkunasto- lub nawet kilkudziesięciokrotnie wyższy od kosztu instalacji punktu ładowania autobusów elektrycznych. Nadal bardzo wysokie są również ceny wodoru jako paliwa.

Pojazdy hybrydowe charakteryzują się mniejszym zużyciem paliwa niż klasyczne z silnikami Diesla na olej napędowy, zwłaszcza przy ich wykorzystywaniu do obsługi linii miejskich o krótkich odcinkach międzyprzystankowych, w centrach miast oraz na obszarach intensywnie zurbanizowanych. Na długich trasach, z dużymi odległościami pomiędzy przystankami, uzyskiwane oszczędności są niewielkie albo nawet nie występują w ogóle. Autobusy hybrydowe nie są jednak zeroemisyjnymi, a pojazdy hybrydowe zasilane paliwem alternatywnym (LNG) występują w Polsce tylko w Częstochowie.

Sprężony lub płynny gaz ziemny (CNG, LPG) jest uznawany za paliwo alternatywne. Istotną kwestią przy podejmowaniu decyzji o eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest dostęp-

ność stacji tankowania sprężonego gazu ziemnego, bowiem gaz LNG obecnie najczęściej rozpręża się do postaci CNG i jako taki tankuje do autobusów. W Elblągu funkcjonuje obecnie stacja tankowania CNG na terenie PGNiG przy ul. Czerniakowskiej 8A. W pobliżu miasta jest też stacja CNG na stacji paliw Oaza przy ul. Bursztynowej 2 w Gronowie Górnym.

Paliwo to, choć zaliczane do alternatywnych, w przepisach ustawy o elektromobilności nie zostało jednak uwzględnione przy określaniu części floty stanowiącej wymagane 30%.

Zastąpienie paliwa CNG biometanem wymagałoby ponadto budowy nowej, dedykowanej instalacji zasilającej. Biogaz ma inne parametry techniczne niż CNG, wymagałby odwodnienia, oczyszczenia i wyeliminowania większości dwutlenku węgla, co znacznie podnosiłoby koszty takiego paliwa. Problemem jest dostępność w Polsce biogazu o dużej czystości, w znacznych ilościach, wymaganych dla zasilania pojazdów komunikacji miejskiej. Ponadto gaz ten musiałby być dostarczany w wersji sprężonej. W Polsce nie występują obecnie stacje tankowania biometanu, ani też sprężonego biometanu.

Wprowadzenie do eksploatacji autobusów zasilanych CNG może mieć natomiast znaczenie w przypadku konieczności spełnienia przez organizatora wymogów określonych w art. 68a ustawy o elektromobilności.

Wprowadzony ustawą o elektromobilności obowiązek systematycznego zwiększania udziału autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych biometanem w strukturze taboru wykonywanego w komunikacji miejskiej, stwarza konieczność zmiany dotychczasowej praktyki nabywania nowych pojazdów zasilanych olejem napędowym na – w coraz większym zakresie – pojazdy zeroemisyjne. Zapisy tej ustawy wymagają, aby w miastach przekraczających 50 000 mieszkańców, począwszy od dnia 1 stycznia 2028 r., flota pojazdów składała się przynajmniej w 30% z autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych biometanem.

Z podobnym problemem stykają się miasta, które posiadają, a nawet w ostatnich latach wybudowały sieć tramwajową (np. Olsztyn). Ustawa o elektromobilności odnosi się bowiem wyłącznie do autobusów, pomijając już istniejące lub planowane do wybudowania sieci tramwajowe. Rozbudowa trakcji tramwajowej lub budowa nowej, pomimo zastępowania autobusów spalinowych wagonami tramwajowymi, nie jest uwzględniana w wyliczaniu udziału procentowego taboru zeroemisyjnego we flocie autobusów. Tramwaj jako pojazd szynowy nie jest bowiem w rozumieniu ustawy autobusem zeroemisyjnym. Korzyść z rozbudowy lub budowy trakcji tramwajowej ogranicza się jedynie do zmniejszenia liczby wymaganych pojazdów zeroemisyjnych, w wyniku zmniejszenia floty autobusów.

Miasto Elbląg czeka w przyszłości poniesienie wysokich kosztów związanych z modernizacją lub wymianą przestarzałego taboru tramwajowego, niedostosowanego do potrzeb osób

niepełnosprawnych. W niniejszej analizie pominięto, podobnie jak w analizie z 2021 r., problematykę rozbudowy sieci tramwajowej.

Miasto może rozważyć zastosowanie dwóch typów napędów autobusów zapewniających zeroemisyjność. Są to elektryczne silniki napędowe zasilane bateryjnie – z okresowym doładowywaniem baterii na pętlach lub podczas postoju na terenie zajezdni oraz elektryczne silniki napędowe zasilane z lokalnego źródła – wodorowego ogniwa paliwowego.

Pojazdy zeroemisyjne zasilane z baterii stanowią zdecydowaną większość nowo wprowadzanych do użytkowania autobusów z napędem elektrycznym. Istotną kwestią, związaną z ich codzienną eksploatacją, jest wybór strategii ładowania baterii.

Podstawową metodą dostarczania energii jest złącze kablowe plug-in, które ma jednak zwykle moc przekazywaną ograniczoną do 150 kW. Ładowanie odbywa się najczęściej w nocy w zajezdni operatora (lub w innym miejscu z zainstalowaną ładowarką) oraz niekiedy uzupełniająco w ciągu dnia – podczas dłuższych przerw w pracy pojazdu na linii. W większych miastach stosowane są w autobusach miejskich dodatkowo pantografy zwykłe i odwrócone – pozwalające na szybkie doładowanie zasobników energii, w ciągu kilku lub kilkunastu minut, wysokim prądem na stanowisku postojowym np. na pętli. W celu pełnego naładowania baterii oraz ich ustabilizowania, pojazd musi być też ostatecznie codziennie doładowywany podczas postoju w zajezdni albo w wyznaczonym miejscu na trasie. Rozwiązania pantografowe charakteryzują się ponadto koniecznością ponoszenia dodatkowych nakładów na konserwację stacji.

Innymi sposobami ładowania pojazdów są automatyczne stacje ładowania indukcyjnego – poprzez pętle zamontowane w nawierzchni jezdni, na przystanku lub na placu postojowym. Pętle indukcyjne muszą mieć system bezpiecznej automatyki – załączający dostawy prądu wyłącznie podczas postoju pojazdu nad pętlą i odłączający je wraz rozpoczęciem jazdy autobusu. Rozwiązania te charakteryzują się wysoką ceną takiej instalacji, stosowane są one jedynie w Chinach oraz w wybranych krajach Europy Zachodniej, na pojedynczych, dedykowanych trasach w dużych miastach i aglomeracjach. Taki sposób ładowania na przystanku wymaga wydłużenia czasu postoju, a ponadto wymaga zapewnienia wolnego miejsca na danym przystanku w określonym czasie, przeznaczonego na ładowanie. Ładowaniu indukcyjnemu na przystankach nie sprzyja także polski klimat, w którym normalnym zjawiskiem atmosferycznym są opady śniegu i okresowe oblodzenia.

Inwestycyjnie najprostszym rozwiązaniem jest wyposażenie pojazdów w baterie pozwalające na wykonanie pełnego dziennego cyklu pracy w danej sieci komunikacji miejskiej – podobnego jak dla autobusów zasilanych olejem napędowym, czyli w warunkach Elbląga – na zapewnienie przynajmniej 300 km przejazdu z pełnym obciążeniem bez doładowywania

baterii. Ładowanie pojazdów odbywa się w tym przypadku na terenie zajezdni, w czasie nocnego postoju autobusów.

Czas ładowania zależy nie tylko od stosowanego typu baterii, ale także od używanej ładowarki i ograniczeń stawianych przez energetyczną sieć zasilającą. Standardowy czas pełnego naładowania jednego autobusu elektrycznego poprzez złącze plug-in wynosi przeciętnie od 3 do 6 godzin, co oznacza, że dla każdego użytkowanego pojazdu elektrycznego powinna być zakupiona oddzielna ładowarka i najczęściej zagwarantowane oddzielne miejsce postojowe, a sieć energetyczna powinna pozwolić na jednoczesne ładowanie standardowe wszystkich użytkowanych pojazdów elektrycznych.

Autobusy elektryczne posiadają zasobniki energii (baterie), których pojemność determinuje z jednej strony zasięg pojazdów pomiędzy ładowaniami, a z drugiej strony – cenę pojazdów i ich masę własną, która przy ograniczonej dopuszczalnej masie całkowitej, ma wpływ na nominalną pojemność pasażerską.

Aktualnie na rynku w segmencie autobusów elektrycznych klasy midi, o długości około 9-10 m, dominuje rozwiązanie polegające na wyposażeniu pojazdu w baterie pozwalające na wykonywanie zadań całodziennych.

Wśród autobusów dłuższych stosowane najczęściej są dodatkowo systemy doładowania na trasie – poprzez ładowarkę z pantografem (normalny lub odwrócony) albo – znacznie rzadziej – poprzez złącze plug-in o stosunkowo dużym prądzie ładowania.

Zastosowanie wyłącznie ogrzewania elektrycznego w tego rodzaju pojazdach wciąż jednak nie zapewnia w polskim klimacie w trudnych warunkach użytkowania (ekstremalnie wysokie temperatury powietrza, silne mrozy), pewności pokonania przez autobus 300 km bez konieczności doładowania (doświadczenia z testów w różnych miastach). Stosowany jest więc uzupełniający system ogrzewania spalinowego (na olej napędowy, LPG lub CNG). Wysoki, dodatkowy pobór energii z baterii występuje jednak także w okresach upałów, przy włączonej klimatyzacji pracującej z maksymalną wydajnością.

W przypadku zadań przewozowych, w których dzienna liczba wozokilometrów przekracza 250, autobusy ładowane wyłącznie w zajezdni musiałyby być wyposażone w baterie o bardzo dużej pojemności, ponad 400 kWh. Zastosowanie pojazdów wyposażonych w takie baterie skutkuje zmniejszeniem nominalnej pojemności pasażerskiej, a w przypadku europejskich producentów pojazdów – wciąż nie gwarantuje także w skrajnych warunkach pogodowych obsługi całego zadania.

Eksploatacja autobusów bateryjnych ładowanych wyłącznie w zajezdni wiąże się również z koniecznością utrzymywania rezerwy taborowej i kierowców na wypadek wyczerpania baterii

autobusu w trakcie wykonywania kursów. Przy znacznym udziale tego typu taboru we flocie, wpływa to na istotny wzrost kosztów wozokilometra.

Żywotność baterii litowych określana jest, przy właściwych warunkach eksploatacji, na co najwyżej 10 lat. Dlatego we wcześniejszym okresie (np. po 7-8 latach lub po określonym przebiegu), cała bateria akumulatorów powinna być wymieniona, co jest związane zawsze z wysokim kosztem dla użytkownika.

W każdym przypadku użytkowania większej liczby autobusów elektrycznych konieczne jest jednoczesne dostosowanie sieci energetycznej w zajezdni oraz na pętlach i przystankach – o ile wybrano taki sposób ładowania – do możliwości poboru dużych mocy. Najczęściej wiąże się to z jednoczesną budową dedykowanej stacji trafo oraz rozdzielni z automatyką, układami pomiarowymi i zabezpieczeniami.

Parametry ładowania zależą także od stosowanej ładowarki. Na rynku występują ładowarki o małej mocy (40-60 kW) – do codziennego ładowania postojowego (nocnego) oraz o dużej mocy (do 500 kW, a niekiedy nawet większej) – do szybkiego ładowania.

W sieci elbląskiej komunikacji miejskiej planowana praca eksploatacyjna dla jednego autobusu w dniu powszednim szkolnym w ramach zadania całodziennego, w większości przypadków zawiera w zakresie od 140 do 310 km, tylko dla czterech zadań długość dziennego przebiegu pojazdów jest większa i osiąga nawet 382 km.

Standardowo oferowane autobusy elektryczne o stosunkowo dużej pojemności pasażerskiej zapewniają obecnie zasięg do 350 km, przy zastosowaniu ogrzewania paliwowego (olej napędowy, LPG lub CNG) albo tylko do 150-200 km – przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego. Z powyższych przyczyn strategia ładowania nocnego na terenie zajezdni powinna mieć zastosowanie przede wszystkim w przypadku używania ogrzewania paliwowego, a w przy ogrzewaniu elektrycznym – do obsługi krótkich (szczytowych) lub co najwyżej półtorazmianowych zadań przewozowych. Z uwagi na bardzo wysokie koszty zakupu autobusów elektrycznych, pojazdy takie nie powinny być jednak alokowane do obsługi zadań szczytowych w pierwszej kolejności – takie działanie jest nieefektywne ekonomicznie. Podkreślić jednak należy, że dostępność autobusów z bateriami większej pojemności, wykorzystującymi baterie nowej generacji i urządzenia o większej gęstości energii, systematycznie rośnie. Pewną wadą w zastosowaniu tego rozwiązania jest kongestia w mieście oraz linie o długim przebiegu, obsługujące rozległe obszary peryferyjne i trasy podmiejskie.

Celem organizatorów i operatorów jest zwykle optymalizacja masy baterii, umożliwiająca zmniejszenie zużycia energii, a także likwidacja koniecznych do zrealizowania przejazdów technicznych do i z bazy autobusowej, w celu podłączenia do źródła zasilania i wyłączeń autobusów

z ruchu związanych z dłuższym ładowaniem. W Europie jest to realizowane poprzez zastosowanie dodatkowych punktów ładowania na trasie linii – w ramach strategii szybkiego ładowania. Stosowany czas ładowania autobusu poprzez pantograf zainstalowany na pętli lub przystanku zależy od dopuszczalnego czasu postoju autobusu i waha się od kilku do kilkunastu minut.

Takie rozwiązanie wymaga jednak budowy na wybranych pętlach stacji pantografowego ładowania pojazdów. Budowa stacji dla jednego lub dwóch stanowisk to dodatkowy wydatek rzędu od 1,5 mln zł wwyż. Uzyskanie warunków zasilania i pozwoleń na budowę to także proces długotrwały, który wymaga podjęcia decyzji o realizacji inwestycji z kilkuletnim wyprzedzeniem.

W warunkach Elbląga decyzję o budowie stacji ładowania pantografowego musiałyby podjąć Miasto, które musiałyby także podjąć się jej realizacji, gdyż nawet 10-letni okres umowy z operatorem zewnętrznym, jest zbyt krótki na zwrot nakładów na budowę stacji. Przy około dwuletnim okresie realizacji inwestycja musiałyby być rozliczona w okresie 8 lat, co istotnie zwiększyłoby cenę wozokilometra. Operator zewnętrzny raczej nie ma obecnie szans na otrzymanie wsparcia finansowego takiej inwestycji.

Jeszcze innym rozwiązaniem jest napęd elektryczny z podstawowym zasilaniem energią elektryczną wytwarzaną podczas jazdy w wodorowym ogniwie paliwowym. Autobus wyposażony w taki napęd posiada baterie o znacznie mniejszej pojemności – mające jedynie charakter wyrównawczy – podobnie jak zestawy baterii w autobusach hybrydowych.

Autobusy wyposażone w ogniwa paliwowe zasilane H_2 mają zbiorniki sprężonego wodoru zainstalowane na dachu, o pojemności wystarczającej na przejazd nawet do 400 km.

Wadą tego rodzaju rozwiązania jest zarówno wysoki koszt ogniw paliwowych, co wpływa na zwiększoną cenę autobusów elektrycznych wyposażonych w takie ogniwa, jak i mocno ograniczona dostępność źródeł wodoru. Nie bez znaczenia są także wysokie koszty zapewnienia bezpieczeństwa eksploatacji takich pojazdów, gdyż wodór, przy odpowiednim stosunku objętościowym, tworzy z powietrzem mieszaninę wybuchową. Wymaga to m.in. odpowiedniego dostosowania obiektów zajezdni.

Zaletą pojazdów elektrycznych z ogniwami paliwowymi, przy pewności dostaw wodoru, jest możliwość ich eksploatacji tak jak autobusów zasilanych olejem napędowym – codzienne jednorazowe tankowanie przed wyjazdem z zajezdni oraz brak utrudnień związanych z koniecznością okresowych doładowań na trasie przejazdu. Autobus taki posiada natomiast wszystkie zalety autobusu elektrycznego.

Istotnym utrudnieniem jest nadal brak w Polsce dostępnych stacji tankowania wodoru. Pierwsze stacje tankowania wodoru pod marką Neso Bus funkcjonują już w Gdańsku, Rybniku

i Warszawie, a w budowie są w Gdyni, Lublinie i we Wrocławiu. Plany budowy ogólnodostępnych stacji tankowania wodoru posiada też Grupa ORLEN, która uruchomiła już taką stację w Poznaniu. Stację tankowania wodoru w Solcu Kujawskim uruchomił natomiast inwestor prywatny.

Oferowane na rynku są także lokalne stacje tankowania z wykorzystaniem elektrolizerów, do instalacji np. na terenie zajezdni autobusowej, wymagają one jednak poniesienia znaczących dodatkowych nakładów inwestycyjnych.

Wadą pojazdów z wodorowymi ogniwami paliwowymi są także znaczące koszty ich eksploatacji wynikające z wciąż wysokiej ceny wodoru o wymaganej czystości (np. Gdańsku, Rybniku i w Warszawie wg stanu na dzień 30 września 2024 r. – 69 zł za kg).

W przypadku zamiaru nabycia przez Miasto, dla elbląskiej komunikacji miejskiej, co najmniej kilkunastu autobusów wodorowych, występuje znaczne prawdopodobieństwo uruchomienia stacji tankowania tego paliwa także w Elblągu. Proces inwestycyjny, od podjęcia zamiaru do uruchomienia stacji, jest jednak długotrwały, dlatego ewentualne wprowadzenie do eksploatacji autobusów elektrycznych z ogniwami paliwowymi mogłoby być realne w perspektywie ok. 5 lat, czyli już po dacie odnowienia umów z operatorami zewnętrznymi, np. z wykorzystaniem kolejnego horyzontu finansowania Unii Europejskiej.

Autobusy wyposażone w ogniwa paliwowe stanowią jak dotychczas niewielki udział we flocie pojazdów komunikacji miejskiej w Polsce, stosunkowo niewielkie są także doświadczenia związane z ich eksploatacją. Zakup takich autobusów wiąże się bowiem z ryzykiem towarzyszącym tej nowatorskiej technologii oraz z ryzykiem braku stabilności ceny wodoru.

W Analizie kosztów i korzyści z 2021 r. uwzględniono zastosowanie dwóch typów napędów bateryjnych autobusów zeroemisyjnych: z ich ładowaniem podczas postoju nocnego w zajezdni oraz z okresowym doładowywaniem na pętach poprzez szybkie ładowarki pantografowe. W dokumencie tym nie uwzględniono autobusów wyposażonych w elektryczne silniki napędowe zasilane poprzez wodorowe ogniwa paliwowe, z uwagi na brak w okresie opracowania, pewnego dostawcy wodoru o wysokiej czystości w niskiej cenie oraz dostępnych magazynów wodoru. Sytuacja ta nie uległa zmianie do 2024 r.

Rozwój w ostatnich latach techniki bateryjnej spowodował coraz częstsze oferowanie przez producentów autobusów wyposażonych w baterie o dużej pojemności. Obecnie baterie autobusów klasy maxi mogą mieć pojemność użytkową przekraczającą nawet 400 kWh, co czyni to rozwiązanie znacznie atrakcyjniejszym (np. 480 kWh w autobusach zaoferowanych dla Radomia, 580 kWh dla Piły). Pozostaje jednak problem z dostosowaniem obiektu przyszłej zajezdni wybranego operatora do zasilania wielu pojazdów w okresie postoju nocnego. Przyj-

musząc wybór w postępowaniu konkurencyjnym dwóch operatorów, eksploatujących 41 pojazdów, minimalna liczba autobusów zeroemisyjnych powinna wynieść 13 szt. Baterie tych autobusów każdej nocy musiałyby być naładowane. Przy pojemności użytkowej baterii 480 kWh i dostępnym czasie 7 godzin na jej naładowanie, moc ładowarki dla każdego autobusu powinna wynosić min. 60 kW lub więcej. Przy 13 pojazdach dostępna moc na zajezdni powinna wynosić więc ponad 0,8 MW. Przy czasie postoju dla ładowania baterii skróconym do 4 godzin, moc ładowarki powinna wynosić już co najmniej 120 kW, a dostępna moc dla zajezdni – ponad 1,5 MW. Dla takich pojazdów stosuje się najczęściej ładowarki plug-in o dużej mocy, np. 150 kW.

Bardzo dużym terenem w pobliżu dworca kolejowego dysponuje PKS w Elblągu sp. z o.o., ale stawianie wyłącznie na tego operatora, mogłoby doprowadzić do monopolizacji rynku. Pojazdy elektryczne mogą być wymagane w ramach tylko jednego pakietu lub w ramach wielu pakietów zamówienia organizatora. W przypadku jednego pakietu wybrany operator musiałby ponieść koszty dostosowania własnego lub wynajętego obiektu zajezdni do zasilania użytkowanych pojazdów zeroemisyjnych, co przy wymaganej mocy 1,5 MW może być trudne.

W przypadku wielu pakietów i przy przyjętej mocy jednej ładowarki 60 kW, wymagana moc zainstalowana byłaby znacznie niższa, np. rzędu 0,6 MW. Należy dodać, że na zasilenie terenu potencjalnej zajezdni operatora lub operatorów wymaganą mocą oraz doposażenie jej lub ich w urządzenia do ładowania baterii w pojazdach, potrzeba czasu co najmniej kilku, a często nawet kilkunastu miesięcy.

W analogicznej do Elbląga sytuacji był Rybnik w województwie śląskim – o zbliżonej liczbie mieszkańców (130,9 tys. osób wg stanu na dzień 31 grudnia 2023 r.), w którym w komunikacji miejskiej eksploatuje się wyłącznie autobusy i który nie posiadał własnego operatora komunalnego. Zarząd Transportu Zbiorowego w Rybniku – organizator komunikacji miejskiej w Rybniku i w gminach sąsiednich, na mocy porozumień komunalnych – odpowiadał za przewozy na 37 liniach dziennych i 3 nocnych, kontraktując w wyniku przeprowadzonych postępowań w trybie przetargów nieograniczonych około 100 pojazdów w ruchu w ramach kontraktów z sześcioma operatorami.

W czerwcu 2021 r. ogłoszony został przetarg na 10-letnią obsługę wybranych linii autobusowych, z wymogiem zastosowania napędu CNG, LNG lub elektrycznego, z bardzo dużą wagą kryterium „ekologia” (34,5% wobec 60% kryterium ceny) – preferującego napęd elektryczny. W zamówieniu wymagano świadczenia usług minimum 2 autobusami typu midi o napędzie elektrycznym oraz minimum: 5 autobusami klasy midi, 11 klasy maxi i 5 klasy mega – zasilanych gazem ziemnym (CNG lub LNG) lub o napędzie elektrycznym. Zamawiający nie przewidywał przy tym wybudowania i udostępnienia operatorom żadnej infrastruktury ładowania.

W przetargu otrzymano trzy oferty, z których dwie dotyczyły wyłącznie świadczenia usług autobusami elektrycznymi (także taborem rezerwowym ponad wymagane minimum). Wybrany operator założył ładowanie pojazdów wyłącznie poprzez złącza typu plug-in podczas postojów w zajezdni. W segmentach pojazdów maxi i mega wybrane zostały autobusy marki Solaris Urbino electric, wyposażone w baterie o pojemności nominalnej 440 kWh (użytecznej – 350 kWh) dla klasy maxi i o pojemności nominalnej 528 kWh (użytecznej – 428 kWh) dla klasy mega. Zaoferowaną cenę realizacji zamówienia można uznać za porównywalną do osiąganą przy przetargach na obsługę linii fabrycznie nowym taborem zasilanym olejem napędowym. Przewidziano wyposażenie wprowadzanych do eksploatacji autobusów elektrycznych w nowinki technologiczne wspierające pracę kierowcy i zwiększające bezpieczeństwo podróżowania, takie jak: czujniki deszczu i zmierzchu, światła LED z funkcją doświetlania zakrętów, a także system akustycznego ostrzegania o pojeździe (AVAS) – informujący przede wszystkim pieszych o obecności pojazdu z napędem elektrycznym.

Ze względu na opisane wyżej uwarunkowania, w niniejszej analizie uwzględniono jeden sposób ładowania baterii autobusów zeroemisyjnych – poprzez ładowanie wyłącznie nocne na placach zajezdni operatorów.

W tabeli 5 przedstawiono wyliczenie szacunkowej pojemności baterii autobusu elektrycznego w celu obsługi obecnych zadań o najdłuższym przebiegu, dla każdej z linii.

Przyjęto, że bateria autobusu nie może się rozładować poniżej poziomu 20% jej pojemności nominalnej, uwzględniając ponadto spadek pojemności baterii związany z jej wiekiem – na poziomie 1,5% rocznie. Obliczenia przeprowadzono dla mocy ładowarki 60 kW i sprawności 95%. Dla takich parametrów przedstawiono proponowaną nominalną pojemność baterii.

Obliczenia przedstawiono dla baterii po 7-letnim okresie eksploatacji, dla pojazdów klasy midi z dodatkowym systemem ogrzewania spalinowego (np. LNG), o zużyciu energii przy włączonej klimatyzacji w okresie letnim w wysokości 1,1 kWh/km. Dla porównania wyliczono pojemność baterii i czas ładowania dla okresu zimowego, przyjmując dodatkowe zużycie energii w wysokości 0,55 kWh/km trasy.

W tabeli 5 zacięciem w kolorze zielonym wyróżniono zadania obsługiwane obecnie taborem o długości 8,25 m.

Jak wynika z wyliczeń przedstawionych w tabeli 5, zastosowanie autobusów zeroemisyjnych z ogrzewaniem elektrycznym, ładowanych wyłącznie na placu postojowym w zajezdni, nie ma logicznego uzasadnienia.

W przypadku wykorzystywania autobusów zeroemisyjnych zastępujących w ruchu pojazdy o długości 8,25 m, wymagana pojemność baterii 480 kWh pozwoliłaby na wykonanie

wszystkich zadań poza najdłuższymi zadaniami dla linii 24. Z bateriami o takiej pojemności dostępne są jednak przede wszystkim autobusy klasy maxi, o długości ok. 12 m.

Tab. 5. Szacunek czasu ładowania nocnego i wymaganej pojemności baterii autobusów elektrycznych w celu obsługi wybranych zadań

Zadanie dla linii	Długość trasy max	Zużycie energii		Czas ładowania 60 kW		Pojemność baterii proponowana	
		lato	zima	lato	zima	lato	zima
	[km]	[kWh]	[kWh]	[godz.]	[godz.]	[kWh]	[kWh]
11	295,3	324,8	546,3	5,7	8,6	460	680
12	238,5	262,4	393,6	4,6	6,9	370	550
13	260,8	286,9	430,3	5,0	7,6	400	600
14	240,1	352,7	529,1	4,6	7,0	370	560
15	193,2	212,5	318,8	3,7	5,6	300	450
16	320,7	352,7	529,1	6,2	9,3	490	740
17	253,8	279,1	418,7	4,9	7,4	390	590
18	140,5	154,6	231,8	2,7	4,1	220	330
19	167,6	184,4	276,6	3,2	4,9	260	390
20	374,5	412,0	618,0	7,2	10,8	580	860
21	252,6	277,9	416,8	4,9	7,3	390	580
22	307,1	337,8	506,7	5,9	8,9	470	710
23	283,4	311,8	467,7	5,5	8,2	440	650
24	382,5	420,7	631,1	7,4	11,1	590	880

Źródło: opracowanie własne.

Przy wyborze zadań i linii do obsługi taborem zeroemisyjnym należy mieć także na uwadze występujące w Elblągu zróżnicowanie wysokości terenu na trasie niektórych linii. Na pokonanie wzniesienia zużywana jest dodatkowa energia elektryczna, której odzyskanie w procesie rekuperacji możliwe jest tylko w części. W rezultacie wybrane zadania nie będą możliwe do obsługi w całości przez tabor zeroemisyjny. Ostateczny wybór zadań powinien wynikać z testów w Elblągu – jazd próbnych autobusów z bateriami o dużej pojemności.

4.4. Plan wymiany taboru

W rezultacie przeprowadzonej w poprzednich podrozdziałach wstępnej analizy, dla potrzeb bieżącego opracowania (tj. dla uwarunkowań 2024 r.), zidentyfikowano trzy warianty możliwych zmian wyposażenia taborowego elbląskiej komunikacji miejskiej:

- wariant 1 – konwencjonalny, w którym założono w kolejnych umowach z operatorami wprowadzanie w dalszym ciągu autobusów wyłącznie zasilanych olejem napędowym;

- wariant 2 – elektryczny A, w którym założono:
 - wprowadzanie – po zakończeniu obowiązywania obecnych umów z operatorami – w nowych umowach bateryjnych autobusów elektrycznych z doładowaniem plug-in na terenie zajezdni operatora – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności od 2028 r.;
 - w pozostałym zakresie – wprowadzanie autobusów z klasycznym napędem Diesla;
- wariant 3 – elektryczny B, w którym założono:
 - zmniejszenie od 2025 r. zakresu przewozów w autobusami klasy midi (wg klasyfikacji z Wytycznych Ministerstwa Klimatu i Środowiska – mini) oraz jednoczesne wprowadzanie do eksploatacji bateryjnych autobusów elektrycznych, ładowanych wyłącznie w porze nocnej poprzez złącza plug-in na terenie zajezdni operatora – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności od 2026 r.;
 - uzupełnienie w nowych umowach floty o dodatkowe bateryjne autobusy elektryczne – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności od 2028 r.;
 - w pozostałym zakresie – wprowadzanie autobusów z klasycznym napędem Diesla.

We wszystkich wariantach analizy zakres pracy eksploatacyjnej przyjęto w wysokości 2,356 mln wozokilometrów rocznie – takiej jak planowanej do wykonania w 2024 r.

Z uwagi na brak rynku używanych autobusów elektrycznych założono, że nabywane przez operatorów autobusy zeroemisyjne będą fabrycznie nowe. Z uwagi na wysoką cenę tych pojazdów i konieczność ich amortyzacji w okresie obowiązywania umowy wykonawczej przyjęto, iż w wariantach elektrycznych kolejne umowy wykonawcze będą zawierane na okresy 10-letnie. Rozwiązanie takie przyjęto także dla autobusów spalinowych, przy założeniu że wprowadzany do eksploatacji tabor będzie fabrycznie nowy.

Z uwagi na przyjęty sposób ładowania autobusów elektrycznych na terenie zajezdni operatora podczas postoju nocnego, nie rozstrzygano, czy tabor zeroemisyjny będzie wraz z ładowarkami nabywany przez Miasto i udostępniany operatorom, czy też będzie on nabywany przez operatorów.

ZKM zawarł w listopadzie 2020 r. i w marcu 2021 r. dwie umowy wykonawcze z operatorami, obowiązujące do 31 grudnia 2027 r., na podstawie których przewozy są świadczone wyłącznie autobusami zasilanymi olejem napędowym.

Wprowadzenie do eksploatacji w elbląskiej komunikacji miejskiej pierwszych autobusów zeroemisyjnych wymaga przeprowadzenia procesu instalacji urządzeń je zasilających.

Instalacja urządzeń zasilających ładowarki zajezdniowe wymaga uzyskania nowych warunków zasilania oraz zaprojektowania i budowy instalacji na placu postojowym operatora, co

jest procesem kilkunastomiesięcznym. Dostawy nowych autobusów zeroemisyjnych także wymagają uwzględnienia blisko rocznego okresu ich produkcji. Można więc założyć, że w przypadku rozpoczęcia procesu wyboru operatora taboru zeroemisyjnego w IV kwartale 2024 r. pierwsza dostawa taboru zeroemisyjnego oraz odbiór instalacji zasilających nastąpiłby dopiero pod koniec 2025 r.

W wariantcie elektrycznym A dla potrzeb niniejszej analizy przyjęto, że obecnie obowiązujące umowy wykonawcze z operatorami przewozów autobusowych, będą do końca ich obowiązywania wykonywane eksploatowanym taborzem spalinowym. Założono, że tabor zeroemisyjny będzie natomiast stanowić wymagany ustawą o elektromobilności określony procent floty pojazdów użytkowanej przez operatorów dopiero w nowych umowach wykonawczych.

Wprowadzenie pojazdów zeroemisyjnych do eksploatacji w trakcie obowiązywania obecnych umów wiązałoby się z koniecznością poniesienia przez operatorów znacznych dodatkowych kosztów ich zakupu oraz z koniecznością poniesienia wydatków na instalacje zasilające, na okres gwarantowanej jedynie około dwuletniej eksploatacji. Wydatków takich nie przewidziano w obecnie obowiązujących umowach wykonawczych. Operatorzy ponieśliby także straty na nagłym wycofaniu z eksploatacji stosunkowo nowego taboru spalinowego (obecnie nie starszego niż 4 lata) oraz dodatkowe koszty zatrudnienia pracowników obsługujących urządzenia elektryczne. Wprowadzenie taboru zeroemisyjnego wiązałoby się więc z koniecznością przeprowadzenia negocjacji z operatorami, których efekt nie jest obecnie możliwy do przewidzenia. Zakres oczekiwanego wzrostu wynagrodzeń dla operatorów nie jest bowiem możliwy do oszacowania.

W wariantcie elektrycznym B przyjęto założenie, wyłącznie dla potrzeb niniejszej analizy, że w przypadku wystąpienia obowiązku zlecenia przez Miasto świadczenia usług w ramach komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi, flota autobusów spalinowych o długości 8,25 m zostałaby od 2026 r. za zgodą stron zmniejszona o 9 pojazdów. Takie zmniejszenie pozwoliłoby na wprowadzenie w ich miejsce do eksploatacji 9 autobusów zeroemisyjnych, w celu osiągnięcia wymaganego odsetka udziału autobusów zeroemisyjnych w całości floty autobusowej elbląskiej komunikacji miejskiej. Wprowadzenie nowych pojazdów zeroemisyjnych nastąpiłoby w drodze przeprowadzenia nowego postępowania przetargowego.

Powyższe założenie służy wyłącznie określeniu kosztów i korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego i w żadnym stopniu nie określa celowości oraz nie narzuca Miastu wprowadzenia takiego rozwiązania.

Wprowadzone do eksploatacji autobusy zeroemisyjne muszą być wyposażone w baterie o bardzo dużej pojemności, wystarczającej na wykonywanie całości powierzonych im zadań. Przyjęto, że będą to baterie 480 kWh, co uzasadniono w dalszej części analizy. Z uwagi

na nieco mniejszą pojemność pasażerską autobusów elektrycznych przyjęto, że nabywane będą wyłącznie autobusy o długości ok. 12 m, posiadające jednak – przy bardzo dużych bateriach – pojemność pasażerską co najwyżej ok. 70 osób.

Powyższe założenia służą jedynie porównaniu kosztów i korzyści w poszczególnych wariantach, w związku z czym mają znaczenie wyłącznie teoretyczne.

Poza opisanymi wyżej trzema wariantami inwestycyjnymi utworzono scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wykonywanie przewozów w elbląskiej komunikacji miejskiej w ramach kolejnych 8-letnich umów z operatorami, autobusami używanymi. Przyjęto teoretycznie, że dla pierwszego okresu będą to obecnie eksploatowane, stosunkowo nowe, autobusy po renowacji, a dla kolejnej umowy ich wiek w momencie rozpoczęcia wykonywania świadczeń, będzie wynosić 8 lat.

W tabeli 6 przedstawiono planowaną wymianę taboru w wariantach konwencjonalnym, elektrycznym A i elektrycznym B w latach 2025-2036. Harmonogram wymiany floty przedstawiono także w załączniku C. W tabeli 7 przedstawiono natomiast strukturę taboru w wariantach konwencjonalnym, elektrycznym A i elektrycznym B w latach 2025-2036.

Klasy pojemnościowe wynikające z długości przyjęto wg wytycznych Ministerstwa Klimatu i Środowiska jako: mini – do 8,99 m, midi – od 9,00 do 10,99 m, maxi – od 11,00 do 13,00 m, mega 15 – od 13,01 do 16,00 m i mega 18 – powyżej 16,00 m.

Tab. 6. Harmonogram wymiany taboru autobusowego elbląskiej komunikacji miejskiej w latach 2025-2036

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 1-konwencjonalny												
BEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inne napędy, w tym:	0	0	41	0	0	0	0	8	0	0	0	0
– mini	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wariant 2-elektryczny A												
BEV – razem, w tym:	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inne napędy, w tym:	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wariant 3-elektryczny B												
BEV – razem, w tym:	9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	9	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	9	-	4	-	-	-	-	-	-	-	9	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Inne napędy, w tym:	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Źródło: opracowanie własne.

Tab. 7. Struktura taboru elbląskiej komunikacji miejskiej w latach 2025-2036

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Struktura na początek danego roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 1-konwencjonalny												
Ogółem flota	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
BEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inne napędy, w tym:	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
– mini	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
– midi	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Średni wiek pojazdów	4,1	5,1	6,1	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Udział zeroemisyjnych we flocie [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Struktura na początek danego roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 2-elektryczny A												
Ogółem flota	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
BEV – razem, w tym:	0	0	0	13	13	13	13	13	13	13	13	13
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	13	13	13	13	13	13	13	13	13
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inne napędy, w tym:	41	41	41	28	28	28	28	28	28	28	28	28
– mini	23	23	23	16	16	16	16	16	16	16	16	16
– midi	18	18	18	12	12	12	12	12	12	12	12	12
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Średni wiek pojazdów</i>	<i>4,1</i>	<i>5,1</i>	<i>6,1</i>	<i>1,0</i>	<i>2,0</i>	<i>3,0</i>	<i>4,0</i>	<i>5,0</i>	<i>6,0</i>	<i>7,0</i>	<i>8,0</i>	<i>9,0</i>
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Struktura na początek danego roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 3-elektryczny B												
Ogółem flota	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
BEV – razem, w tym:	0	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inne napędy, w tym:	41	32	32	28	28	28	28	28	28	28	28	28
– mini	23	14	14	10	10	10	10	10	10	10	10	10
– midi	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Średni wiek pojazdów	4,1	4,2	5,2	1,4	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	7,2
Udział zeroemisyjnych we flocie [%]	0,0	22,0	22,0	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7

Źródło: opracowanie własne.

W każdym wariantcie założono, że nabywane fabrycznie nowe pojazdy będą niskopodłogowe i w kolorystyce miejskiej, a ich wyposażenie będzie obejmować co najmniej: klimatyzację całopojazdową, przyklęk i miejsce na wózek, system informacji pasażerskiej, zapowiedzi głosowe przystanków i dodatkowe wyświetlacze dla niedowidzących, system GPS, kasowniki, wi-fi, ładowarki USB, urządzenia do pobierania opłat (kasowniki, biletomaty), urządzenia systemu zliczania pasażerów oraz monitoring wewnętrzny i zewnętrzny.

Wprowadzony zmianą ustawy o elektromobilności nowy art. 68a, w ust. 3 zobowiązuje wszystkich zamawiających, a zalicza się do nich Miasto Elbląg, do zapewnienia udziału autobusów (kategorii M₃, klas A i I) wykorzystujących do napędu paliwa alternatywne, w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami, w wysokości 32% w okresie od 24 grudnia 2021 r. do 31 grudnia 2025 r. oraz 46% w okresie od 1 stycznia 2026 r. do 31 grudnia 2030 r., przy czym połowy tych udziałów – odpowiednio 16 i 32% – muszą stanowić autobusy zeroemisyjne. Do wskazanych w przepisie zamówień zalicza się zlecenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego oraz zakup, a także dzierżawę, wynajem lub leasing taboru autobusowego z opcją zakupu. Do paliw alternatywnych zalicza się natomiast energię elektryczną oraz paliwa stanowiące substytut paliw pochodzących z ropy naftowej, w szczególności: wodór, biopaliwa ciekłe, CBG (biogaz) i LNG, w tym pochodzące z biometanu oraz LPG.

W celu spełnienia wymogu określonego przywołanym przepisem, w wariantcie elektrycznym A niezbędne byłoby żądanie od przyszłych operatorów, aby dodatkowo 6 autobusów spalinyowych zasilanych było paliwami alternatywnymi, np. biopaliwem ciekłym. Rozwiązaniem alternatywnym, eliminującym ten wymóg, byłby zakup przez Miasto co najmniej 11 autobusów zeroemisyjnych, z udostępnieniem ich operatorom do eksploatacji.

W wariantcie elektrycznym B dodatkowo konieczne byłoby ponadto zawarcie umowy na eksploatację 9 autobusów elektrycznych, nie wcześniej niż 1 stycznia 2026 r.

Liczbę pasażerów we wszystkich wariantach oszacowano na podstawie danych ZKM z lat 2022-2023 oraz badań potoków pasażerskich z wiosny 2023 r. W prognozie liczby pasażerów uwzględniono prognozy demograficzne GUS, dotyczące spadku liczby mieszkańców Elbląga. Przychody z biletów przyjęto na podstawie prognozy liczby pasażerów oraz wskaźnika przychodów na pasażera.

W Elblągu tabor autobusowy komunikacji miejskiej stanowi jedynie część floty pojazdów komunikacji miejskiej. Niemal 1/3 pracy eksploatacyjnej wykonują w mieście tramwaje. Przyjęto założenie, że liczba pasażerów przewożona autobusami będzie proporcjonalna do liczby wykonanych wozokilometrów, przy uwzględnieniu prognozy liczby ludności Elbląga.

4.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym

Wraz z wprowadzeniem autobusów elektrycznych do systemów transportowych zwiększa się prestiż miasta oraz wzrasta jakość usług transportu miejskiego postrzegana przez jego mieszkańców (także tych niekorzystających w ogóle z komunikacji miejskiej). W rezultacie transport zbiorowy staje się bardziej konkurencyjny w stosunku do samochodu osobowego, zaś nowe środki transportu w większym stopniu zachęcają mieszkańców do korzystania z oferty komunikacji miejskiej. Zauważalne i kompleksowe unowocześnienie taboru komunikacji miejskiej – związane z wprowadzeniem do eksploatacji autobusów elektrycznych – skutkuje także zwiększeniem akceptacji społecznej dla restrykcji wobec motoryzacji indywidualnej.

Celem środowiskowym wprowadzenia autobusów elektrycznych jest zmniejszenie lokalnej emisji zanieczyszczeń powietrza oraz zmniejszenie poziomu hałasu.

Celem, jaki można osiągnąć określonym wyborem linii, jest ograniczenie wykorzystania autobusów z napędem spalinowym w zurbanizowanej części Elbląga, w szczególności w centrum miasta i w jego największych osiedlach mieszkaniowych. Liniami komunikacyjnymi, które byłyby odpowiednie do obsługi taborem zeroemisyjnym, powinny być więc takie, których trasa w głównej mierze obejmuje centralną część miasta, o gęstej zabudowie mieszkaniowej oraz największe osiedla mieszkaniowe. Ponadto powinny być to linie o wysokiej częstotliwości kursów.

Elbląski transport zbiorowy spełnia wiele przesłanek do wprowadzenia bateryjnych autobusów zeroemisyjnych na liniach komunikacyjnych obsługujących zurbanizowany obszar miasta: występuje intensywna zabudowa wielo- i jednorodzinna, gęstość przystanków jest znaczna, występuje zjawisko kongestii drogowej i w centralnym obszarze miasta nie występują istotne deniwelacje terenu.

Ponadto w Elblągu funkcjonuje bezemisyjna komunikacja tramwajowa, pełniąca bardzo istotną rolę w podróżach wewnątrzmijskich dla mieszkańców miasta.

W opracowanej w 2021 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych dla Gminy Miasta Elbląg” zaproponowano następujące linie do obsługi taborem zeroemisyjnym:

- w pierwszej kolejności – linia priorytetowa 21 korzystająca z ładowarki pantografowej na pętli Dworzec;
- w drugiej kolejności – linie podstawowe 17 i 22, korzystające z ładowarki na pętli Aleja Odrodzenia;

- w trzeciej kolejności – linie 14 i 16 z instalacją ładowarki na pętli Nad Jarem.

W 2021 r. uzupełniającą przyjęto, że autobusy zeroemisyjne mogłyby być kierowane do obsługi pozostałych linii z przystankami końcowymi na wyżej wymienionych pętlach.

Z kolei z uwagi na brak w 2018 r. planów Miasta odnośnie budowy stacji zasilania szybkiego na pętlach autobusowych, w poprzedniej Analizie kosztów i korzyści (z 2018 r.) przyjęto natomiast, że tabor zeroemisyjny zasilany byłby wyłącznie za pomocą ładowarek wolnych w zajezdni wybranego operatora (operatorów), z zastosowaniem baterii o większej pojemności. W Analizie tej założono wyposażenie autobusów w baterie o pojemności 240 kWh, przy zwiększonej liczbie pojazdów obsługujących zelektryfikowane linie (w 2018 r. proponowano współczynnik zastąpienia w wysokości 75%).

W okresie od opracowania Analizy kosztów i korzyści w 2021 r. nastąpił znaczny rozwój technologii magazynowania energii. W rezultacie producenci autobusów miejskich w coraz szerszym zakresie wprowadzali do sprzedaży autobusy wyposażone w baterie dużej pojemności. System ładowania autobusów elektrycznych plug-in podczas ich nocnego postoju stał się, w przypadkach miast z niewielkimi deniwelacjami, już równoważny do systemu regularnego doładowywania szybkiego podczas postoju na pętli.

Obecnie dostępne są na rynku autobusy klasy maxi z bateriami o pojemności nawet do 480 kWh, pozwalające jednocześnie na przewóz przynajmniej 70 pasażerów. Wyposażenie autobusu w tak duże baterie pozwala na użytkowanie pojazdów zeroemisyjnych do wykonywania zadań o dziennym przebiegu blisko 300 km.

Elbląg w centralnym obszarze zabudowanym nie posiada znaczących wzniesień terenu, które musiałyby pokonywać autobusy w każdym kursie na swojej trasie, nadmiernie rozładując baterie. Występuje jednak stałe nachylenie terenu w kierunku rzeki Elbląg, skutkujące występowaniem różnic wysokości rzędu 50-60 m, pomiędzy obszarem w dolinie rzeki Elbląg, a osiedlami Nad Jarem czy Dębica. Jest to pewna bariera, która musi być uwzględniana przy wyborze linii do elektryfikacji. Nie wyklucza ona jednak wprowadzenia do eksploatacji autobusów elektrycznych wyposażonych w baterie o dużej pojemności pozwalające na wykonanie, bez konieczności ich doładowywania, całego dziennego zadania przewozowego.

Trasa linii priorytetowej 21 rozpoczyna się od dworca kolejowego, gdzie wysokość terenu to zaledwie 3 m n.p.m. i prowadzi przez pętlę Nad Jarem, gdzie jest najwyższa rzędna na trasie – wysokość przekracza 60 m n.p.m. Linia priorytetowa 22 prowadzi od pętli przy cmentarzu komunalnym, gdzie rzędna terenu przekracza 90 m n.p.m., al. Grunwaldzką – o rzędnej terenu ok. 5 m n.p.m. i następnie ul. płk Dąbka o rzędnej 25-26 m n.p.m. do pętli al. Odrodzenia, gdzie rzędna to ponownie ok. 5 m n.p.m. Wahanie wysokości terenu są więc tu znaczne. Linia 22 obsługuje ponadto peryferyjne obszary miasta – rejon cmentarza komunalnego w Dębicy,

o niewielkiej, rozproszonej zabudowie. Z tego powodu zdecydowanie korzystniejsza do elektryfikacji jest linia 21, z trasą skoncentrowaną w całości na obsłudze obszarów o intensywniejszej zabudowie mieszkaniowej, w tym wysokiej.

Ze względu na opisane deniwelacje, ewentualna obsługa linii priorytetowych autobusami zeroemisyjnymi wymaga przeprowadzenia jazd próbnych w przeciętnych warunkach ruchowych, wskazujących na rzeczywiste zapotrzebowanie na energię na pokonanie całodziennego zadania. Duże różnice rzędnych w trasach nie eliminują możliwości skierowania taboru zeroemisyjnego do obsługi tych linii, ale wpływają na ograniczenie długości dziennego przebiegu, jaki może wykonać autobus elektryczny obsługujący zadanie obejmujące kursy na obu liniach.

W segmencie linii podstawowych najmniejsze deniwelacje występują na linii 15, a tylko nieznacznie większe na liniach: 13, 14, 16 i 17 – o charakterystyce zbliżonej do deniwelacji dla linii priorytetowej 21. Z powodu dużych różnic w rzędnych zdecydowanie nie jest zalecana natomiast obsługa taborem zeroemisyjnym linii 24, na trasie której autobus ma do pokonania w każdym kursie różnicę wysokości terenu sięgającą 120 m.

Z zapisów art. 12 ust. 1 pkt 8 ustawy o ptz wynika konieczność jednoznacznego wskazania linii komunikacyjnych, na których przewidywane jest wykorzystanie pojazdów elektrycznych lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym. Zgodnie z art. 12 ust. 2a przywołanej ustawy, przy opracowywaniu planu transportowego gminy należy uwzględnić również wyniki analizy, o której mowa w art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności, sporządzonej przez gminę zobowiązaną do sporządzenia analizy kosztów i korzyści. Wymagane wskazanie w planie transportowym linii do elektryfikacji powinno wynikać wprost z tej analizy.

Autobusy elektryczne powinny obsługiwać przede wszystkim linie priorytetowe lub podstawowe. Z obydwu tych grup linii należy wybrać takie połączenia, których trasa koncentruje się na obsłudze centrum oraz osiedli mieszkaniowych o intensywnej zabudowie wielo- i jednorodzinnej. Jednocześnie, z uwagi na przyjęty sposób ładowania wyłącznie w zajezdni operatora, planowany dzienny przebieg pojazdów nie może być zbyt duży – aby uniknąć konieczności wycofywania pojazdu z trasy w ciągu dnia z uwagi na nadmiernie wyczerpaną pojemność baterii.

Według stanu na dzień 30 września 2024 r., w całej sieci elbląskiej komunikacji miejskiej połączeniami autobusowymi o największej liczbie przewiezionych pasażerów, a jednocześnie o charakterze priorytetowym, były linie 21 i 22. Linia 22 oprócz obszaru zurbanizowanego miasta obsługuje także rejony leśne Dębicy wraz z cmentarzem komunalnym. Połączenia te mogą kwalifikować się do elektryfikacji w pierwszej kolejności, ale – ze względu na charakterystykę trasy – z wyraźnym wskazaniem na linię 21.

Linia priorytetowa 21 ma charakter miejskiej, o gęstej sieci przystanków, obsługującej wyłącznie silnie zurbanizowane obszary Elbląga, czyli najważniejsze obszary miasta o intensywnej, wielorodzinnej zabudowie mieszkaniowej oraz intensywnej śródmiejskiej zabudowie usługowo-mieszkaniowej. Wysoka częstotliwość kursowania autobusów powoduje uciążliwą dla mieszkańców emisję hałasu i zanieczyszczeń. Linia 21 jest jednokierunkowa i jej trasa od pętli Dworzec PKP prowadzi al. Grunwaldzką i al. Tysiąclecia do ul. Rycerskiej w Nowym Mieście, następnie ulicami Pocztową i Rycerską, obok pl. Jagiellończyka i przez os. Ogrody oraz os. Na Stoku do al. Piłsudskiego, na którym wykonywana jest pętla uliczna – ulicami: Królewiecką, Fromborską, Ogólną i Konopnickiej. Powrót na pl. Dworcowy od ul. Konopnickiej odbywa się tą samą trasą.

Trasa linii 22 przebiega od pętli Odrodzenia przez osiedle Zawada – z wysoką zabudową wielorodzinną – ul. płk. Dąbka wzdłuż trasy tramwajowej do śródmieścia, a następnie obok cmentarza komunalnego „Agrykola” do ul. Bema. Na kolejnym odcinku trasa linii 22 meandruje przez os. Warszawskie Przedmieście i prowadzi ul. Łęczycką, obok cmentarza komunalnego, do pętli Dębica. Wybrane kursy linii 22 wykonywane są na dłuższej trasie – z Elbląskiego Parku Technologicznego przez pętlę Odrodzenia do Dębicy.

Spośród linii podstawowych trasa linii 16 poza miastem Elblągiem obejmuje także miejscowość Gronowo Górne. Z kolei trasa linii 24 przebiega w znacznej części przez słabo zurbanizowane obszary leśne północnej części Elbląga. Trasy pozostałych linii podstawowych zawierają się wyłącznie w granicach miasta i obejmują obszary silnie zurbanizowane.

Trasa linii 13 prowadzi od pętli Aleja Odrodzenia przez północne osiedla Zawada i Nad Jarem, następnie ulicami Fromborską i Królewiecką, obok szpitala wojewódzkiego do al. Piłsudskiego. Dalsza trasa przebiega ulicami Beniowskiego i Szymanowskiego do ul. Moniuszki, następnie obok parków Dolinka i Traugutta do ul. gen. Grota-Roweckiego i ulicami Hetmańską i Malborską oraz przejazdem przez linię kolejową do Zatorza. Następnie przez Zatorze trasa linii 13 przebiega ulicami Łódzką i Skrzydlatą, dalej wiaduktem w ul. Lotniczej do al. Grunwaldzkiej i do węzła przesiadkowego Dworzec Pętla przy dworcach kolejowym i autobusowym.

Linia podstawowa 14 łączy osiedle Nad Jarem, poprzez ul. płk Dąbka, z centrum miasta i dalej z dzielnicą Zawodzie o mało intensywnym zagospodarowaniu, zlokalizowaną na lewym brzegu rzeki Elbląg.

Linia 15 łączy południowe osiedla miasta z jego centrum. Trasa tej linii rozpoczyna się na pętli Skrzydłata na Zatorzu i prowadzi ulicami: Malborską, Zagonową, Sopocką i Rycerską do pl. Słowiańskiego i parku Planty. Następny odcinek trasy przebiega ulicami 12 Lutego i Nowowiejską do parku Dolinka i cmentarza „Agrykola”, skąd prowadzi ponownie na południe,

wzdłuż doliny potoku Kumiela do ul. gen. Bema, a następnie tą ulicą i ul. Łęczycką oraz obok tramwajowej pętli Druska, wiaduktem nad torami kolejowymi, do pętli Dębowa.

Trasa linii 16 prowadzi od pętli Nad Jarem ulicami Legionów i Niepodległości do ul. płk. Dąbka, a następnie wzdłuż trasy tramwajowej w ulicach: płk. Dąbka, 12 Lutego, Grobla św. Jerzego i Bema oraz dalej przez osiedla Winnica i Warszawskie Przedmieście – do al. Grunwaldzkiej. Trasa linii 16 kończy się na pętli Gronowo, położonej już na terenie gminy wiejskiej Elbląg, w miejscowości Gronowo Górne.

Trasa linii 17 prowadzi od pętli Aleja Odrodzenia przez północne osiedla Zawada i Nad Jarem, następnie ulicami Fromborską i Królewiecką, obok szpitala wojewódzkiego, Parku Dółka i cmentarza komunalnego „Agrykola”, ul. Mickiewicza do węzła przesiadkowego Dworzec Pętla przy dworcach kolejowym i autobusowym. Z rejonu dworców trasa linii 17 prowadzi wiaduktem do ul. Lotniczej i do pętli Skrzydlata na osiedlu Zatorze. Linia ta obsługuje część wschodnią obszaru zwartej zabudowy miejskiej.

Linia 24 stanowi połączenie osiedli mieszkaniowych Nad Jarem oraz Kamionka z północnymi rejonami miasta – osiedlami: Bielany, Krasny Las i Próchnik. Większość trasy linii przebiega ul. Fromborską przez obszary rozproszonej zabudowy jednorodzinnej, upraw rolnych i leśnych. Linia 24 ma wyjątkowo długą trasę, bowiem osiedle Próchnik jest oddalone od centrum miasta aż o 12 km. Linia 24 zapewnia połączenie północnych miejsc peryferyjnych jedynie z pętlami innych linii położonymi w północnej części miasta, co skutkuje koniecznością przesiadek przy dalszej podróży w kierunku centrum lub osiedli położonych w południowej części Elbląga. Linia ta nie powinna być więc przeznaczana do obsługi taborem zeroemisyjnym w pierwszej kolejności.

Przeprowadzone przez ZKM wiosną 2023 r. badania marketingowe wskazały wśród linii podstawowych na największą liczbę pasażerów dla linii 16 i 17 oraz wyraźnie mniejszą (nawet dwukrotnie) dla linii: 13, 14 i 15. Linia 24 obsłużyła już trzykrotnie mniej pasażerów niż linie 16 i 17.

W wariantach elektrycznych A i B wszystkie urządzenia do ładowania baterii autobusów zainstalowane byłyby na terenie zajezdni operatorów. Z uwagi na duży ciężar oraz objętość baterii, zastosowane mogą być autobusy wyłącznie klasy maxi.

Zużycie energii przez przeciętny autobus elektryczny zależne jest nie tylko od nowoczesności zastosowanych rozwiązań (wyższa sprawność urządzeń, ograniczenie zwykłego zużycia energii przez nowe technologie), ale także od liczby zainstalowanych urządzeń korzystających z pokładowej energii elektrycznej. W eksploatowanych już elektrobusesach pobór energii przez urządzenia pokładowe sięga nawet 35% całości jej zużycia. Dotyczy to nie tylko systemów

funkcjonowania pojazdu (zasilanie w sprężone powietrze, wentylacja i klimatyzacja, oświetlenie wewnętrzne, obsługa autokomputera i urządzeń towarzyszących, łączność z serwerami i dyspozytorem, itp.), ale także elementów informacji i obsługi pasażerskiej oraz komfortu przewozu i zapewnienia bezpieczeństwa. Znaczącymi odbiornikami energii w pojeździe elektrycznym są: system i wyświetlacze informacji pasażerskiej, w tym zapowiedzi głosowe kolejnych przystanków, monitoring, systemy biletowe, systemy zliczania pasażerów, sieć Wi-Fi i porty USB, klimatyzacja przestrzeni pasażerskiej itd.

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na zużycie energii w eksploatowanych autobusach, jest ich system ogrzewania wnętrza w okresie zimowym. Ustawa o elektromobilności za autobus zeroemisyjny uznaje autobus, którego silnik nie emituje gazów cieplarnianych i innych substancji szkodliwych (art. 2 pkt 1), nie odnosząc się do innych systemów pokładowych. Autobusem zeroemisyjnym będzie więc także autobus z ogrzewaniem wnętrza z zastosowaniem oleju napędowego. Nagrzewnice olejowe zużywają nawet kilka dm³ oleju na godzinę pracy, są więc dodatkowym źródłem emisji gazów cieplarnianych i emisji innych zanieczyszczeń do atmosfery. Autobus z takim systemem ogrzewania nie jest więc de facto w zimie zupełnie bezemisyjny.

W niektórych autobusach i w trolejbusach stosuje się wyłącznie system elektrycznego ogrzewania wnętrza. Ten model ogrzewania wpływa jednak bardzo wyraźnie na wzrost zużycia energii w zimie, szczególnie w autobusach z układem drzwi np. 2+2+2, nieposiadających możliwości indywidualnego ich otwierania przez pasażerów, wskutek szybkiego wychładzania wnętrza podczas postoju na przystankach.

Zużycie energii przez pojazd elektryczny waha się w dość szerokich granicach, wynikających z warunków jazdy, konieczności pokonywania wzniesień oraz z wyposażenia. Przeciętne zużycie energii przez obecnie eksploatowane autobusy elektryczne w komunikacji miejskiej waha się od 0,9 do 1,4 kWh/km (dla autobusów przegubowych). Przy zastosowaniu wyłącznie ogrzewania elektrycznego zużycie może przekroczyć poziom 2,0 kWh/km już dla pojazdów klasy maxi (przykład eksploatacyjny Wejherowa).

Zużycie energii elektrycznej wzrasta w okresach upałów, przy włączonej klimatyzacji, baterie pojazdu powinny więc posiadać pewien zapas pojemności w celu pokrycia zwiększonego zapotrzebowania na energię przy intensywnie pracującej klimatyzacji, nawet jeśli urządzenia klimatyzacyjne wspomagane są pompą ciepła. Z doświadczeń eksploatacyjnych wynika, że przy pracującej klimatyzacji zużycie energii zwiększa się nawet o 25-30%. Można przyjąć, że przy eksploatacji taboru o długości ok. 12 m i przy standardowym dla elbląskiej komunikacji miejskiej wyposażeniu autobusu, bez ogrzewania wyłącznie elektrycznego, przy obsłudze ob-

szarów o gęstej sieci ulic i w relatywnie trudnych warunkach ruchowych oraz specyfice klimatycznej miasta, a także przy występujących w centralnej części miasta deniwelacjach, dla autobusu średnie zużycie energii wyniesie ok. 1,3 kWh/km.

W Elblągu poszczególne zadania przewozowe obejmują tylko jedną linię. W tabeli 8 przedstawiono szacunkowe wyliczenia niezbędnej pojemności baterii dla autobusów dla wybranych 10 zadań elbląskiej komunikacji miejskiej o maksymalnej długości dla danej linii, przy założeniu ładowania baterii wyłącznie podczas postoju nocnego. Przedstawiona w tabeli 8 pojemność baterii zapewniłaby obsługę linii w skrajnych przypadkach – czas ładowania w rzeczywistych warunkach będzie najczęściej znacznie krótszy. Nie bez znaczenia byłoby przy tym zastosowanie praktyki przydziału dla pojazdów zadań obejmujących wiele linii, pozwalające na efektywniejsze wykorzystanie taboru.

Tab. 8. Szacunek czasu ładowania nocnego i wymaganej pojemności baterii autobusów elektrycznych w celu obsługi wybranych zadań przewozowych

Zadanie	Długość trasy	Zużycie energii lato	Wymagana pojemność baterii	Czas ładowania	
				120 kW	60 kW
	[km]	[kWh]	[kWh]	[godz.]	[godz.]
11-01R	295,3	383,9	520	3,37	6,73
12-01R	238,5	310,1	440	2,72	5,44
13-01R	260,8	339,0	480	2,97	5,95
14-01R	240,1	312,2	440	2,74	5,48
15-01R	193,2	251,2	350	2,20	4,41
16-02R	320,7	416,9	580	3,66	7,31
17-01R	253,8	329,9	460	2,89	5,79
18-01C	140,5	182,7	260	1,60	3,20
19-02R	167,6	217,9	310	1,91	3,82
20-01R	374,5	486,9	680	4,27	8,54
21-01S	252,6	328,4	460	2,88	5,76
22-01R	307,1	399,2	560	3,50	7,00
23-01R	283,4	368,5	520	3,23	6,46
24-01R	382,5	497,2	700	4,36	8,72

Źródło: opracowanie własne.

W wyliczeniach w tabeli 8 przyjęto, że bateria autobusu nie może się rozładować poniżej poziomu 20% jej pojemności nominalnej, uwzględniając ponadto spadek pojemności baterii związany z jej wiekiem – na poziomie 1,5% rocznie.

Obliczenia przeprowadzono dla mocy ładowarki 60 i 120 kW, przy sprawności 95%. Dla takich parametrów przedstawiono obliczoną nominalną pojemność baterii. Obliczenia przedstawiono dla okresu letniego dla pojazdów klasy maxi, z dodatkowym systemem ogrzewania spalinowego (np. LNG), o zużyciu energii przy włączonej klimatyzacji w wysokości 1,3 kWh/km.

Zastrzec jednak należy, że powyższe wyliczenia mają charakter wyłącznie szacunkowy – dla potrzeb analizy kosztów i korzyści – wskutek czego nie mogą stanowić jedynej podstawy do ostatecznego doboru pojemności baterii autobusów.

Autobusy klasy maxi o nominalnej pojemności baterii 480 kWh mogłyby obsługiwać ponad połowę najdłuższych zadań przewozowych, w tym wszystkie na priorytetowej linii 21 oraz na liniach podstawowych: 13, 14, 15 i 17.

Dla 480 kWh baterii autobusów elektrycznych zastosowanie mniejszych ładowarek o mocy 60 kW byłoby możliwe, ale w takim przypadku czas ładowania dochodzi do 8 godzin i teoretycznie do takiego czasu powinien być dostosowany czas realizacji zadań przewozowych. W praktyce, ze względu na konieczność obsługi codziennej, mycia i serwisowania autobusów, jest to jednak niemożliwe. Konieczne byłoby więc zwiększenie mocy ładowarek do 90-120 kW. Przy zastosowaniu ładowarek o mocy co najmniej 90 kW, czas ładowania baterii skróciłby się o około jedną trzecią.

Proponuje się zatem, aby przydział linii do obsługi taborem zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

- w pierwszej kolejności:
 - priorytetowa linia 21 – z autobusami elektrycznymi wyposażonymi w baterie o dużej pojemności, ładowane podczas postoju nocnego w zajezdni operatora;
- w następnej kolejności:
 - linie podstawowe: 13, 14, 15 i 17 – także z autobusami elektrycznymi wyposażonymi w baterie o dużej pojemności, ładowane podczas postoju nocnego w zajezdni;
- w dalszej kolejności i w miarę możliwości, w tym technicznych – pozostałe linie podstawowe (16 i 24), linie uzupełniające oraz linie indywidualne.

Na wymienionych liniach autobusy elektryczne kierowane byłyby do obsługi wszystkich albo też tylko wybranych zadań – dostosowanych do możliwości dziennych przebiegów elektrybusów. Wyposażenie autobusów elektrycznych w baterie o dużej pojemności umożliwi ponadto dokonywanie zmian w przypisaniu pojazdów do linii w skali dnia.

Kolejność elektryfikacji linii może ulegać zmianom w zależności od rzeczywistego zużycia energii na obsługę danego zadania oraz innych działań organizacyjnych, np. zmian rozkładów jazdy dla poszczególnych brygad, zmian tras linii lub innych przyczyn.

Miasto Elbląg może docelowo wybrać także zupełnie inne linie do obsługi taboru zeroemisyjnym w kolejnych etapach, jeśli zostanie to odpowiednio uzasadnione.

Obecnie na wszystkich liniach tramwajowych oraz na większości autobusowych nie występuje rytmiczność odjazdów, co utrudnia koordynację rozkładów jazdy w skali całej sieci komunikacyjnej. Pożądanym działaniem byłaby więc koordynacja rozkładów jazdy w skali całej sieci komunikacyjnej elbląskiej komunikacji miejskiej, niezależnie od wielkości podaży jej usług. Skoordynowane rozkłady jazdy będą zawsze korzystniejsze dla pasażerów, nawet przy zaofiarowanych niskich standardach częstotliwości. Przy braku koordynacji także ścisłych szczytach przewozowych zdarzać się będą bardzo duże odstępy pomiędzy kursami poszczególnych linii nie tylko na obszarach peryferyjnych sieci, ale i na ciągach obsługiwanych naprzemiennie przez kilka linii (także tramwajowych). Rytmiczne rozkłady jazdy znacznie poprawiłyby odbiór oferty przewozowej przez mieszkańców Elbląga, gdyż naprzemiennie wykonywane kursy różnych linii we wspólnych relacjach, sprawiają wrażenie znacznie wyższej częstotliwości kursowania pojazdów na poszczególnych odcinkach tras niż jest w rzeczywistości oferowana (tym bardziej w warunkach funkcjonowania każdej linii z indywidualnymi rozkładami jazdy).

Aby jednak z jednej strony zapewnić pasażerom rytmiczne odjazdy, a z drugiej – optymalizować długość postoju na pętlach, powinno się stosować zmiany w przypisaniu pojazdów do linii, także po wprowadzeniu taboru zeroemisyjnego – w takim zakresie, aby autobusy zeroemisyjne były optymalnie wykorzystywane w ciągu całego dnia.

5. Analiza finansowo-ekonomiczna

5.1. Analiza sytuacji finansowej Miasta i wpływu wymiany pojazdów na jej stabilność

Organizatorem elbląskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Elbląg, a zadania organizatora wykonuje wyspecjalizowana spółka komunalna – Zarząd Komunikacji Miejskiej w Elblągu sp. z o.o. Do zadań ZKM należy m.in. zawieranie umów z operatorami.

Operatorzy autobusowi, którzy zostali wybrani w przeprowadzonych postępowaniach przetargowych, posiadają umowy zawarte w grudniu 2020 r. oraz w kwietniu 2021 r. i obowiązujące do końca 2027 r. W ramach tych umów operatorzy otrzymują wynagrodzenie wynikające z zaakceptowanej oferty w postępowaniu przetargowym, podlegające corocznej waloryzacji. W końcowym okresie obowiązywania tych umów ZKM zamierza zamieścić ogłoszenia informacyjne o zamiarze przeprowadzenia postępowania zmierzającego do zawarcia umów z operatorami wyłonionymi w wyniku postępowania przetargowego na następny kilkuletni okres.

Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. jako operator – podmiot wewnętrzny, posiada umowę wieloletnią z ZKM, zawartą w dniu 30 grudnia 2021 r. i obowiązującą do końca 2036 r., dotyczącą przewozów wyłącznie tramwajami.

W dotychczasowych postępowaniach pozyskanie taboru o parametrach określonych w warunkach postępowania, należało do obowiązków operatorów. Planuje się, że w kolejnych postępowaniach przetargowych zasada ta zostanie utrzymana.

W tabeli 9 przedstawiono wykonanie budżetu Miasta Elbląg w latach 2020-2023 oraz plan na 2024 r. – według stanu na dzień 30 września 2024 r.

Wydatki na lokalny transport zbiorowy dokonywane są przez Miasto w formie wniesienia wkładów do spółki komunalnej ZKM.

Miasto Elbląg w 2021 r. osiągnęło dodatni wynik budżetu operacyjnego, wysokość nadwyżki była znacząca. W latach 2022-2023 r. nastąpiło pewne pogorszenie sytuacji budżetowej: początkowo niewielka nadwyżka operacyjna zamieniła się w deficyt, choć nadwyżka operacyjna nadal była dodatnia. Zaplanowany w 2024 r. wysoki deficyt budżetowy oraz deficyt operacyjny, mogłyby budzić duży niepokój, gdyby nie wstępny, ostrożnościowy charakter budżetu, który będzie korygowany w ciągu roku obrotowego. Wynik finansowy i wynik operacyjny wykonania budżetu w 2024 r. zapewne będą znacznie korzystniejsze od zaplanowanych. Budżet Miasta był w stanie pokryć rosnące wydatki bieżące, w tym związane z finansowaniem publicznego transportu zbiorowego. Sytuacja finansowa Miasta charakteryzowała się w analizowanym okresie jednak stałym pogarszaniem, wynikającym z polityki państwa, obciążającej budżety

samorządów skutkami reformy podatkowej. Pewną szansą są planowane przez obecny rząd zmiany dochodów jednostek samorządu terytorialnego, prowadzące do zauważalnego ich wzrostu.

Wysokość nadwyżki operacyjnej (lub deficytu) określa swego rodzaju wynik finansowy działalności bieżącej jednostki samorządu terytorialnego. Informuje o tym, ile samorządowi pozostało dochodów o charakterze stabilnym – cyklicznym, po sfinansowaniu wszystkich wydatków o takim charakterze. Pozytywna dla jednostki samorządowej sytuacja występuje wtedy, gdy ma miejsce istotna, stała i coroczna nadwyżka operacyjna, co oznacza, że po sfinansowaniu wszystkich wydatków bieżących, zostaną jeszcze środki finansowe na realizację inwestycji. Właśnie taka sytuacja występowała w Elblągu w latach 2021-2022.

Tab. 9. Budżet Miasta Elbląg w latach 2021-2023 i plan na 2024 r. [mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			Plan na 2024 r.
		2021	2022	2023	
1	Dochody	820,96	821,88	830,58	946,79
1a	– dochody bieżące	760,10	767,23	775,23	873,93
1b	– dochody majątkowe	60,86	54,65	55,40	72,85
2	Wydatki	782,57	820,88	837,28	988,97
2a	– wydatki bieżące	682,87	734,98	759,26	877,23
2b	– wydatki majątkowe	99,71	85,89	78,02	111,74
2ba	– w tym transport zbiorowy	28,05	28,30	19,70	32,39
3	Deficyt/nadwyżka	38,39	1,01	-6,70	-42,18
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	77,23	32,25	15,97	-3,30
5	Finansowanie	b.d.	51,42	28,60	42,18
5a	– w tym przychody	b.d.	87,22	104,10	46,43
5b	– w tym rozchody	b.d.	38,80	75,50	4,25

Źródło: bip.elblag.eu, dostęp: 30.09.2024 r.

Gmina Miasta Elbląg wykazuje zdolność do dalszego przekazywania ZKM środków finansowych w wysokości pozwalającej na funkcjonowanie komunikacji miejskiej w obecnym zakresie. Realizowanie programu odnowy taboru operatorów w kolejnych umowach w wariantcie konwencjonalnym w niewielkim stopniu wpłynie na wzrost stawek za wozokilometr proponowanych w postępowaniach przetargowych, a zatem i w niewielkim stopniu wpłynie na wzrost

wydatków bieżących ponad obecnie przewidywane. Odnowa taboru w wariantcie konwencjonalnym nie wymagałaby więc zwiększonego zaangażowania finansowego Miasta, a niezbędne nakłady ponoszone byłyby, tak jak obecnie, przez operatorów.

W wariantach elektrycznych zwiększone wydatki operatorów na zakup taboru zeroemisyjnego oraz dodatkowe wydatki związane z budową kosztownych przyłączy, instalacji i urządzeń zasilających autobusy zeroemisyjne, wykorzystywanych przez stosunkowo krótki okres związania umowami z organizatorem, zdecydowanie wpłynęłyby na wzrost oczekiwanych przez operatorów stawek jednostkowych za wozokilometr pracy eksploatacyjnej. W wariantach elektrycznych wymagane byłoby więc znaczne zwiększenie bieżącego finansowania komunikacji miejskiej przez ZKM, a w rezultacie – także ponoszenia istotnie powiększonych wydatków ze strony budżetu Miasta.

ZKM jest spółką celową powołaną dla wykonywania zadań organizatora publicznego transportu zbiorowego w Elblągu. ZKM osiąga przychody ze sprzedaży emitowanych biletów w komunikacji miejskiej, biletów parkingowych w strefie parkowania oraz opłat dodatkowych, ponosi natomiast koszty wynagrodzenia przekazywanego operatorom autobusowym, koszty rekompensaty przekazywanej na rzecz TE sp. z o.o., koszty prowadzenia strefy płatnego parkowania, a ponadto utrzymuje infrastrukturę przystankową. ZKM jest finansowo całkowicie zależny od Miasta i corocznie otrzymuje od Miasta środki finansowe w uzgodnionej kwocie na pokrycie strat wynikających z różnicy pomiędzy osiąganymi przychodami i ponoszonymi kosztami. W zasadzie koszty funkcjonowania komunikacji miejskiej pokrywane są więc z budżetu Miasta.

5.2. Ocena sytuacji finansowej operatorów

Umowy nr ZP-02/2020 na Pakiet nr 1 oraz nr ZP-01/2020 na Pakiet nr 2 zawarte zostały w wyniku rozstrzygniętych postępowań przetargowych. W pierwszym pakiecie operatorem jest PKS w Elblągu sp. z o.o., natomiast w pakiecie drugim – PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o. wspólnie z PKS w Gostyninie sp. z o.o.

W tabeli 10 przedstawiono rachunek zysków i strat PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o. za lata 2021-2023, a tabeli w 11 – bilans PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o. za ten sam okres.

Tab. 10. Rachunek zysków i strat PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o.
– wykonanie w latach 2021-2023

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach [tys. zł]		
		2021	2022	2023
1	Przychody netto ze sprzedaży	119 572,5	166 624,3	196 405,9
1a	– w tym przychody ze sprzedaży produktów	91 433,6	132 703,9	168 742,4
1b	– w tym przychody ze sprzedaży towarów i mat.	28 138,8	33 920,3	27 663,5
2	Koszty sprzedanych produktów, tow. i mat.	113 349,1	157 523,0	185 764,8
2a	Koszty wytworzenia sprzedanych produktów	85 578,9	124 639,9	158 900,0
2b	Koszty sprzedanych towarów i materiałów	26 770,1	32 829,1	26 864,8
3	Zysk brutto ze sprzedaży	6 223,4	9 101,3	10 641,1
4	Koszty ogólnego zarządu	7 052,4	6 559,4	6 561,4
5	Zysk ze sprzedaży	-829,0	2 541,9	4 079,7
6	Pozostałe przychody operacyjne	3 796,2	4 342,1	5 099,7
7	Pozostałe koszty operacyjne	1 417,8	2 952,0	2 564,9
8	Zysk z działalności operacyjnej	1 548,4	3 932,1	6 614,4
9	Przychody finansowe	4,4	170,0	95,1
10	Koszty finansowe	987,9	3 575,5	3 549,2
11	Zysk brutto	565,9	526,7	3 160,3
12	Podatek dochodowy i inne obciążenia	473,5	75,7	142,5
13	Zysk netto	92,5	451,0	3 017,8

Źródło danych: ekrs.ms.gov.pl/rdf/pd/search_df, dostęp: 30.09.2024 r.

Tab. 11. Bilans PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o. – wykonanie w latach 2021-2023

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach [tys. zł]		
		2021	2022	2023
A	Aktywa trwałe	75 430,1	83 574,8	63 307,8
I	Wartości niematerialne i prawne	67,9	150,0	127,6
II	Rzeczowe aktywa trwałe	60 642,4	71 126,2	53 246,4
1	Środki trwałe	59 707,8	70 876,3	52 725,0
II	Środki trwałe w budowie	934,6	250,0	521,4
III	Należności długoterminowe	0,0	0,0	0,0
IV	Inwestycje długoterminowe	10 288,6	8 459,0	9 043,6
V	Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe	4 431,3	3 839,6	890,2
B	Aktywa obrotowe	17 251,6	22 853,2	28 428,3
I	Zapasy	1 866,4	2 238,6	2 061,3
II	Należności krótkoterminowe	10 083,3	14 942,9	12 319,8

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach [tys. zł]		
		2021	2022	2023
III	Inwestycje krótkoterminowe	2 403,67	2 206,8	12 186,8
IV	Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe	2 898,2	3 465,0	1 860,3
-	Aktywa razem	92 681,7	108 263,0	1 835,0
A	Kapitał własny	28 092,2	28 543,2	31 561,0
I	Kapitał podstawowy	2 110,0	2 110,0	2 110,0
II	Kapitał zapasowy	16 329,9	16 422,3	16 873,3
III	Pozostałe kapitały rezerwowe	9 559,9	9 559,9	9 559,9
IV	Zysk/strata netto	92,5	451,0	3 017,8
B	Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania	64 589,5	79 719,8	62 010,0
I	Rezerwy na zobowiązania	2 615,5	2 712,4	3 108,0
II	Zobowiązania długoterminowe	28 781,5	40 565,2	42 094,6
III	Zobowiązania krótkoterminowe	28 781,5	40 565,2	42 094,6
IV	Rozliczenia międzyokresowe	12,3	457,8	0,0
-	Pasywa razem	92 681,7	108 263,0	93 571,1

Źródło danych: ekrs.ms.gov.pl/rdf/pd/search_df, dostęp: 30.09.2024 r.

W tabeli 12 przedstawiono wskaźniki charakteryzujące sytuację finansową PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o.

Tab. 12. Wskaźniki finansowe PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o. w latach 2021-2023

Lp.	Wyszczególnienie	Wskaźniki w latach		
		2021	2022	2023
1	Wskaźnik płynności bieżącej	0,50	0,48	0,63
2	Wskaźnik płynności szybkiej	0,43	0,42	0,58
3	Wskaźnik ogólnego zadłużenia	0,70	0,74	0,66
4	EBITDA [tys. zł]	14 678	18 369	37 649
5	ROE [%]	0,33	1,58	9,56
6	ROA [%]	0,12	0,54	4,77
7	Cykl regulowania należności [dni]	30,8	32,7	22,9
8	Cykl regulowania zobowiązań [dni]	87,9	88,9	78,2
9	Cykl rotacji zapasów [dni]	6,0	5,2	4,1
10	Rotacja aktywów	1,29	1,54	2,10
11	Rotacja środków trwałych	1,59	1,99	3,10

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 13 przedstawiono rachunek zysków i strat PKS w Gostyninie sp. z o.o. za lata 2021-2023, a w tabeli 14 – bilans PKS w Gostyninie sp. z o.o. za lata 2021-2023.

Tab. 13. Rachunek zysków i strat PKS w Gostyninie sp. z o.o.

– wykonanie w latach 2021-2023

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach [tys. zł]		
		2021	2022	2023
1	Przychody netto ze sprzedaży	25 001,6	42 736,5	90 573,1
1a	– w tym przychody ze sprzedaży produktów	20 101,2	37 339,4	84 511,8
1b	– w tym przychody ze sprzedaży towarów i mat.	4 900,4	5 397,2	6 061,3
2	Koszty sprzedanych produktów, tow. i mat.	24 665,7	42 104,7	88 229,9
2a	Koszty wytworzenia sprzedanych produktów	20 040,1	37 020,0	82 569,2
2b	Koszty sprzedanych towarów i materiałów	4 625,5	5 084,7	5 660,7
3	Zysk brutto ze sprzedaży	335,9	631,8	2 343,2
4	Koszty ogólnego zarządu	512,4	600,0	598,1
5	Zysk ze sprzedaży	-176,4	31,9	1 745,1
6	Pozostałe przychody operacyjne	425,0	1 472,6	2 094,3
7	Pozostałe koszty operacyjne	96,3	97,2	1 812,3
8	Zysk z działalności operacyjnej	152,3	1 407,3	2 027,2
9	Przychody finansowe	0,1	47,5	35,4
10	Koszty finansowe	4,1	2,6	133,1
11	Zysk brutto	148,3	1 452,3	1 929,4
12	Podatek dochodowy i inne obciążenia	120,3	-63,0	404,5
13	Zysk netto	28,0	1 515,3	1 525,0

Źródło danych: ekrs.ms.gov.pl/rdf/pd/search_df, dostęp: 30.09.2024 r.

Tab. 14. Bilans PKS w Gostyninie sp. z o.o. – wykonanie w latach 2021-2023

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach [tys. zł]		
		2021	2022	2023
A	Aktywa trwałe	2 309,3	4 878,7	9 168,6
I	Wartości niematerialne i prawne	11,8	7,7	3,6
II	Rzeczowe aktywa trwałe	1 082,5	2 478,1	6 029,8
1	Środki trwałe	1 082,5	2 458,8	5 841,1
2	Środki trwałe w budowie	0,0	19,3	188,7
III	Należności długoterminowe	0,0	0,0	0,0
IV	Inwestycje długoterminowe	1 215,0	2 317,6	2 317,6
V	Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe	0,0	75,4	817,7

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach [tys. zł]		
		2021	2022	2023
B	Aktywa obrotowe	4 100,0	5 030,8	14 689,6
I	Zapasy	328,4	526,3	1 135,6
II	Należności krótkoterminowe	3 083,7	3 957,8	10 832,1
III	Inwestycje krótkoterminowe	632,9	434,2	2 507,1
IV	Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe	55,0	112,5	214,8
-	Aktywa razem	6 409,3	9 909,5	23 858,2
A	Kapitał własny	3 070,4	4 585,7	6 110,6
I	Kapitał podstawowy	1 610,0	1 610,0	1 610,0
II	Kapitał zapasowy	1 432,4	1 460,4	2 975,7
III	Zysk/strata netto	27,8	1 515,3	1 525,0
B	Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania	3 338,9	5 323,8	2 227,0
I	Rezerwy na zobowiązania	317,3	396,7	2 227,0
II	Zobowiązania długoterminowe	240,1	277,4	2 076,1
III	Zobowiązania krótkoterminowe	2 668,4	4 539,7	13 444,5
IV	Rozliczenia międzyokresowe	113,1	110,1	0,0
-	Pasywa razem	6 409,3	9 909,5	23 858,2

Źródło danych: ekrs.ms.gov.pl/rdf/pd/search_df, dostęp: 30.09.2024 r.

W tabeli 15 przedstawiono wskaźniki charakteryzujące sytuację finansową PKS w Gostyninie sp. z o.o.

Tab. 15. Wskaźniki finansowe PKS w Gostyninie sp. z o.o. w latach 2021-2023

Lp.	Wyszczególnienie	Wskaźniki w latach		
		2020	2021	2022
1	Wskaźnik płynności bieżącej	1,52	1,08	1,08
2	Wskaźnik płynności szybkiej	1,39	0,97	0,99
3	Wskaźnik ogólnego zadłużenia	0,52	0,54	0,74
4	EBITDA [tys. zł]	400	1 522	3 651
5	ROE [%]	0,91	33,04	24,96
6	ROA [%]	1,21	31,06	16,63
7	Cykl regulowania należności [dni]	45,0	33,8	43,7
8	Cykl regulowania zobowiązań [dni]	39,0	38,8	54,2
9	Cykl rotacji zapasów [dni]	4,9	4,6	4,7
10	Rotacja aktywów	3,90	4,31	3,80
11	Rotacja środków trwałych	10,83	8,76	9,88

Źródło: opracowanie własne.

Sytuację finansową konsorcjum PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o. i PKS w Gostyninie sp. z o.o. w latach 2021-2023 należy uznać za bardzo dobrą, ze stałą poprawą. Obie te spółki w całym okresie osiągały dodatnie wyniki finansowe i posiadają zasoby finansowe oraz zdolność kredytową do zakupu jednostek taborowych. Generowany EBITDA pozwala spółkom na zakupy autobusów zeroemisyjnych.

W tabeli 16 przedstawiono rachunek zysków i strat PKS w Elblągu sp. z o.o. za lata 2021-2023.

Tab. 16. Rachunek zysków i strat PKS w Elblągu sp. z o.o.

– wykonanie w latach 2021-2023

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach [tys. zł]		
		2021	2022	2023
1	Przychody netto ze sprzedaży	30 008,2	45 598,0	56 876,5
1a	– w tym przychody ze sprzedaży produktów	28 628,4	43 433,9	54 967,3
1b	– w tym zmiana stanu produktów	60,0	-1,8	-118,4
1c	– w tym przychody ze sprzedaży towarów i mat.	1 319,8	2 165,9	2 027,6
2	Koszty działalności operacyjnej	32 894,2	45 302,9	51 978,1
2a	Amortyzacja	5 651,5	6 473,0	7 103,7
2b	Zużycie materiałów i energii	9 027,3	15 965,8	15 592,1
2c	Usługi obce	1 751,6	1 918,8	2 786,9
2d	Podatki i opłaty	1 011,5	1 270,1	1 468,8
2e	Wynagrodzenia	11 405,2	13 838,9	17 610,6
2f	Ubezpieczenia społeczne	2 426,6	3 222,5	4 498,9
2g	Pozostałe koszty rodzajowe	614,1	844,6	1 225,6
2h	Wartość sprzedanych towarów i materiałów	1 006,5	1 769,4	1 691,5
3	Zysk ze sprzedaży	-2 885,9	295,1	4 898,4
4	Pozostałe przychody operacyjne	4 927,7	222,5	373,5
5	Pozostałe koszty operacyjne	206,2	717,9	466,6
6	Zysk z działalności operacyjnej	1 835,6	-22,2	4 805,4
7	Przychody finansowe	7,2	134,8	419,6
8	Koszty finansowe	0,1	42,5	1,0
9	Zysk brutto	1 842,7	-107,9	5 224,0
10	Podatek dochodowy i inne obciążenia	258,9	-14,6	1 026,2
11	Zysk netto	1 583,7	-93,3	4 197,8

Źródło danych: ekrs.ms.gov.pl/rdf/pd/search_df, dostęp: 30.09.2024 r.

W tabeli 17 przedstawiono bilans PKS w Elblągu sp. z o.o. za lata 2021-2023.

Tab. 17. Bilans PKS w Elblągu sp. z o.o. – wykonanie w latach 2021-2023

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach [tys. zł]		
		2021	2022	2023
A	Aktywa trwałe	25 545,1	22 957,9	23 462,5
I	Wartości niematerialne i prawne	2,8	0,0	0,0
II	Rzeczowe aktywa trwałe	25 396,9	22 789,8	23 303,7
1	Środki trwałe	25 392,4	22 715,1	23 169,2
2	Środki trwałe w budowie	4,5	74,7	134,5
III	Należności długoterminowe	0,0	0,0	0,0
IV	Inwestycje długoterminowe	22,0	22,0	26,4
V	Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe	123,4	146,1	132,4
B	Aktywa obrotowe	11 052,0	14 821,3	18 602,2
I	Zapasy	909,2	1 157,2	1 034,7
II	Należności krótkoterminowe	1 458,5	2 855,6	2 880,2
III	Inwestycje krótkoterminowe	8 615,2	10 745,8	14 591,8
IV	Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe	69,0	62,7	95,6
-	Aktywa razem	36 597,1	37 779,2	42 064,7
A	Kapitał własny	33 056,4	32 622,7	36 820,5
I	Kapitał podstawowy	2 230,0	2 230,0	2 230,0
II	Kapitał zapasowy	29 242,6	30 486,0	30 392,7
III	Zysk/strata netto	1 583,7	-93,3	4 197,8
B	Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania	3 540,7	5 156,5	5 244,3
I	Rezerwy na zobowiązania	256,1	257,9	376,3
II	Zobowiązania długoterminowe	0,0	0,0	0,0
III	Zobowiązania krótkoterminowe	3 038,0	4 279,1	4 357,0
IV	Rozliczenia międzyokresowe	246,5	619,5	511,0
-	Pasywa razem	36 597,1	37 779,2	42 064,7

Źródło danych: ekrs.ms.gov.pl/rdf/pd/search_df, dostęp: 30.09.2024 r.

W tabeli 18 przedstawiono sytuację finansową PKS w Elblągu sp. z o.o.

Tab. 18. Wskaźniki finansowe PKS w Elblągu sp. z o.o. w latach 2021-2023

Lp.	Wyszczególnienie	Wskaźniki w latach		
		2020	2021	2022
1	Wskaźnik płynności bieżącej	3,64	3,45	4,25
2	Wskaźnik płynności szybkiej	3,32	3,18	4,01
3	Wskaźnik ogólnego zadłużenia	0,10	0,14	0,12
4	EBITDA [tys. zł]	7 487	6 273	11 909
5	ROE [%]	4,79	-0,29	11,40

Lp.	Wyszczególnienie	Wskaźniki w latach		
		2020	2021	2022
6	ROA [%]	6,20	-0,41	17,89
7	Cykl regulowania należności [dni]	17,7	22,9	18,5
8	Cykl regulowania zobowiązań [dni]	37,0	34,3	28,0
9	Cykl rotacji zapasów [dni]	10,1	9,3	7,3
10	Rotacja aktywów	0,82	1,21	1,35
11	Rotacja środków trwałych	1,17	1,99	2,42

Źródło: opracowanie własne.

Sytuację finansową PKS w Elblągu sp. z o.o. w latach 2021-2023 należy uznać za bardzo dobrą, choć ulegającą wahaniom. Spółka w analizowanym okresie osiągała zarówno dodatnie wyniki finansowe, jak i niewielkie straty, posiada jednak zasoby finansowe i zdolność kredytową do zakupu jednostek taborowych. Generowany EBITDA pozwala spółce na zakupy autobusów zeroemisyjnych.

5.3. Model nabywania pojazdów

W Elblągu nabywanie autobusów stanowiło dotychczas obowiązek operatorów. Koszt nabycia nowego autobusu miejskiego, szczególnie zeroemisyjnego, jest dla operatora znaczny, a w przypadku autobusów zeroemisyjnych związany jest także z dodatkowymi nakładami na system ich zasilania. Z uwagi na niską rentowność działalności przewozowej w transporcie pasażerskim, firmy przewozowe rzadko dysponują takimi zasobami finansowymi, które pozwalałyby na zakup nowego taboru w dużej liczbie. Operatorzy często korzystają więc z ogólnodostępnych form finansowania zewnętrznego, przy dłuższych umowach leasingując część pojazdów, a przy krótszych – dzierżawiąc.

Z kolei jednostki samorządu terytorialnego realizują inwestycje dokonując płatności ze środków budżetowych. Rzadko przy tym korzystają z formy leasingu środków trwałych – z kilku powodów. Nabycie środka trwałego poprzez leasing jest droższe niż sfinansowanie zakupu kredytem, co wynika z formuły tego finansowania. Firma leasingowa nie posiada własnych zasobów finansowych, lecz korzysta z kredytowania zakupu, kalkulując część finansową leasingu jako koszt kredytu powiększony o swoją marżę. Nabycie środka trwałego z zastosowaniem leasingu finansowego wiąże się także z obowiązkiem zapłaty pełnej wysokości podatku VAT w momencie odebrania przedmiotu leasingu. Dodatkowo nabycie środka trwałego poprzez leasing finansowy musiałoby być uwzględnione w wysokości zadłużenia jednostki, a zwiększony koszt finansowania leasingu – w porównaniu z kredytowaniem jednostki – trudno byłoby uzasadnić. Jednostka może natomiast nabyć środek trwały w formie leasingu operacyjnego,

pod warunkiem uwzględnienia wydatków z nim związanych w wydatkach bieżących budżetu oraz w WPF. Z uwagi na znacznie mniej korzystne warunki finansowania niż kredyt własny, jednostki samorządu terytorialnego korzystają z formy leasingu stosunkowo rzadko.

Forma finansowania nabycia środków trwałych poprzez ich leasing jest natomiast często stosowana przez spółki komunalne i podmioty zewnętrzne. Koszty finansowe leasingu podwyższają poziom kosztów działalności przewozowej, wpływając także najczęściej na wzrost wysokości przekazywanej rekompensaty lub oferowanej ceny w postępowaniu przetargowym. Finałnie więc ponoszone są z budżetu jednostki samorządowej.

Nabycie przez operatora lub operatorów już 9 autobusów zeroemisyjnych klasy maxi, wyposażonych w baterie o dużej pojemności, to wydatek rzędu 23 mln zł netto, a do tego należy dodać nakłady na instalację na wybranej zajezdni urzędzeń do ładowania baterii z ich zasilaniem, co przecież także będzie obowiązkiem operatora lub operatorów. Wspomaganie zewnętrznym finansowaniem stanie się więc koniecznością.

Z uwagi na prawdopodobną przetargową formułę zawierania kolejnych umów, możliwość skorzystania przez operatora lub operatorów ze środków pomocowych będzie bardzo ograniczona, o ile w ogóle możliwa. Nabycie jednostek taborowych wymaganych dla nowego zewnętrznego operatora lub operatorów, wybranego lub wybranych w postępowaniu przetargowym, będzie jego lub ich zadaniem. Można przypuszczać, że nowy operator pozyska autobusy i niezbędne instalacje je zasilające poprzez leasing, którego okres będzie dostosowany do czasu obowiązywania umowy wykonawczej.

5.4. Działania inwestycyjne zrealizowane od 2021 r.

W latach 2021-2024 w Elblągu nie realizowano żadnych działań inwestycyjnych w zakresie taboru autobusowego.

5.5. Planowane nakłady inwestycyjne

Przewidywane (przyszłe) koszty zakupu jednostek taborowych przyjęto na podstawie wyników rozstrzygniętych w kraju postępowań przetargowych w latach 2023-2024, w wysokości odpowiednio za jeden nowy autobus (netto):

- 0,70 mln zł – za autobus z silnikiem na olej napędowy, o długości ok. 8 m;
- 1,05 mln zł – za autobus z silnikiem na olej napędowy, o długości ok. 10-11 m;
- 2,60 mln zł – za autobus elektryczny z bateriami o pojemności ok. 480 kWh, zasilany wyłącznie poprzez plug-in, o długości ok. 11,5-12,5 m.

Dla autobusów używanych zasilanych olejem napędowym, po 8-letnim okresie wcześniejszej eksploatacji, cenę zakupu przyjęto w wysokości 0,24 mln zł netto dla pojazdu o długości ok. 8 m i 0,35 mln zł dla pojazdu o długości 10-11 m. Przyjęto, że ceny te uwzględniają

konieczność dostosowania jednostek taborowych do wymogów elbląskiej komunikacji miejskiej. W scenariuszu bazowym, przy odnawianiu obecnych umów, przyjęto że aktualnie eksploatowane autobusy będą nadal wykorzystywane (przez obecnych operatorów albo zostaną odkupione przez nowego/nowych operatorów), a poniesione będą jedynie nakłady na ich odświeżenie (renowację) – w wysokości 100 tys. zł na pojazd.

W przypadku decyzji o zakupie i wprowadzeniu do eksploatacji autobusów elektrycznych przewiduje się realizację inwestycji wspomagających – budowę na terenach baz operatorów zewnętrznych stacji wolnego ładowania, o mocy pozwalającej na naładowanie autobusu w czasie nie dłuższym niż 4-6 godzin.

Parametry ładowania w zajezdni powinny zapewnić pełne naładowanie rozładowanych baterii autobusu w czasie nie dłuższym niż czas nocnego jego postoju, zatem standardowy czas ładowania nie powinien być dłuższy niż 6 godzin. Przyjęto zastosowanie ładowarek o małej (60 kW) albo średniej mocy (120 kW). Co najmniej jedno urządzenie powinno mieć charakter mobilny, umożliwiając przemieszczanie go po terenie zajezdni. Ułatwi to ładowanie pojazdów w sytuacjach awaryjnych.

Opisane rozwiązanie wymaga także posiadania placu umożliwiającego parkowanie każdego z pojazdów obok zainstalowanego punktu ładowania. Pozyskanie odpowiedniego placu postojowego należeć będzie do zadań operatorów. Uruchomienie możliwości ładowania autobusów wymaga poniesienia kosztów inwestycji w instalacje sieci zasilającej i rozdzielczej, stacji transformatorowej oraz rozdzielni z opomiarowaniem i sterowaniem.

W celu umożliwienia ładowania nocnego autobusów konieczne jest zapewnienie odpowiedniej mocy przyłączeniowej. W wariantcie elektrycznym A – z ładowarkami o mocy 60 kW na jeden autobus (dwustanowiskowe – o mocy 120kW), niezbędna łączna moc przyłączeniowa wynosiłaby 800-900 kW (dla wszystkich operatorów), natomiast przy ładowarkach o mocy 120 kW na jeden autobus – już ponad 1,6 MW. W wariantcie elektrycznym B w pierwszym etapie wymagana moc przyłączeniowa byłaby nieco mniejsza – ok. 600 kW.

W przypadku instalacji ładowarek na placu zajezdni zwykle konieczne jest także dostosowanie układu dojazdów i stanowisk do ładowania – wraz z umożliwieniem omijania się pojazdów podczas ładowania, co również generuje dodatkowe koszty inwestycyjne.

Ryczałtowy koszt instalacji zasilających do wolnego ładowania na terenie zajezdni operatorów przyjęto w analizie w wysokości 2,0 mln zł, zaś koszt instalacji jednej ładowarki – na uśrednionym poziomie 150 tys. zł na każdy autobus.

Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 19. Nakłady na infrastrukturę uwzględniają także konieczność wymiany baterii w pojazdach elektrycznych (po 7 latach eksploatacji).

Tab. 19. Planowane nakłady inwestycyjne w elbląskiej komunikacji miejskiej w latach 2025-2036 – kwoty netto [mln zł]

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 1 – konwencjonalny												
Ogółem wariant 1	0,00	0,0	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BEV – razem, w tym:	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inne napędy, w tym:	0,00	0,0	35,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- mini	-	-	16,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- midi	-	-	18,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- maxi	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Infrastruktura zasilająca i baterie	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 2-elektryczny A												
Ogółem wariant 2	0,00	0,0	61,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,64	0,00	0,00
BEV – razem, w tym:	0,00	0,00	33,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	33,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inne napędy, w tym:	0,00	0,0	23,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– mini	-	-	11,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	12,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Infrastruktura zasilająca i baterie	-	0,0	3,95	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,64	0,0	0,0

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 3-elektryczny B												
Ogółem wariant 3	0,00	26,75	36,90	0,00	0,00	0,00	0,00	3,64	0,00	24,75	0,00	0,00
BEV – razem, w tym:	0,00	23,40	10,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	23,40	10,40	-	-	-	-	-	-	23,40	-	-
FCEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inne napędy, w tym:	0,00	0,0	25,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– mini	-	-	7,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	18,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Infrastruktura zasilająca i baterie	-	2,35	0,60	0,0	0,0	0,0	0,0	3,64	0,0	1,35	0,0	0,0

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 19 klasyfikację pojazdów przyjęto zgodnie z przywołanymi wytycznymi Ministerstwa Klimatu i Środowiska, wg których np. pojazdy o długości do 8,99 m zalicza się do klasy mini.

5.6. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści

Analizę kosztów i korzyści wykonano przyjmując do wyliczeń finansowych ceny netto, oraz wynoszącą 4,0% realną stopę procentową. Dla potrzeb analizy społeczno-ekonomicznej przyjęto stopę o wartości 3,0% – jako społeczną, realną stopę dyskontową.

Analizę efektywności oparto o przyrostowe przepływy pieniężne, nie ujmując w nich amortyzacji. Przyjęto 15-letni okres analizy, odpowiadający okresowi podstawowej używalności (trwałości) pojazdów elektrycznych zasilanych energią bateryjną.

W obliczeniach wykorzystano:

- prognozy ekonomiczne, opracowane na podstawie dokumentu pn. „Wytyczne dotyczące stosowania jednolitych wskaźników makroekonomicznych będących podstawą do oszacowania skutków finansowych ustaw”;
- „Wytyczne dotyczące zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym hybrydowych na lata 2021-2027”;
- prognozy i ekonomiczne koszty jednostkowe CUPT.

Wartość rezydualną obliczono metodą dochodową. Okres żywotności poza analizą został ujęty dla autobusów z napędem elektrycznym jako „pozostały okres żywotności autobusów”.

Z uwagi na brak danych w zakresie kosztów rzeczywistych ponoszonych przez poszczególnych operatorów, koszty utrzymania taboru zostały w analizie finansowej przyjęte na podstawie wskaźników zużycia kosztów eksploatacji autobusów dla przedsiębiorstw komunikacyjnych w innych miastach o porównywalnej wielkości. Za sumę kosztów poniesionych przez operatorów uznano iloczyn stawki jednostkowej rekompensaty z rozsądnym zyskiem i wykonanej rocznej liczby wozokilometrów.

Z uwagi na brak eksploatacji przez operatorów autobusów zeroemisyjnych, jako wskaźnik ceny energii elektrycznej przyjęto średnią dla 2024 r. jednostkowego kosztu trakcyjnej energii elektrycznej poniesionego i planowanego do poniesienia przez Tramwaje Elbląskie sp. z o.o.

W tabeli 20 przedstawiono podstawowe wskaźniki eksploatacyjne przyjęte do obliczeń dla autobusów z napędem Diesla i elektrycznych bateryjnych.

Dla autobusów elektrycznych przyjęto parametry kosztów eksploatacji (bez uwzględnienia zużycia energii elektrycznej) na poziomie 70% kosztów autobusów z napędem Diesla. Jest to uzasadnione przede wszystkim brakiem lub znacznie niższym zużyciem materiałów eksploatacyjnych, takich jak płyny (AdBlue, oleje i inne) oraz zużywające się części silnika, jego

osprzętu i przekładni. W przypadku autobusów elektrycznych w analizie uwzględniono koszty serwisowania stacji ładowania.

Tab. 20. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem na olej napędowy o normie czystości spalin EURO VI i długości: – ok. 8 m – ok. 10-11 m	dm ³ /100 km	dane operatorów	26,3 44,0
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm ³	dane rynkowe	3,70
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	dane TE sp. z o.o.	0,965
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	szacunek własny	0,19
Koszty eksploatacji autobusów – naprawy i usługi obce	zł/km	szacunek własny	0,27
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla (materiały i usługi)	-	dane producentów	0,43
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów na ON – EURO VI do autobusów na ON – EURO II-V (materiały i usługi)	-	szacunek własny	0,85
Średnie zużycie energii przez autobus elektryczny o długości 12 m z bateriami 480 kWh	kWh/km	dane operatorów	1,30
Przyjęte okresy użytkowania zakupionych pojazdów: – autobusy ON (nowe) – autobusy ON (używane) – autobusy elektryczne	lat	przewidywany okres użytkowania	15 8 18

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych rozproszonych.

W przypadku autobusów elektrycznych w analizie uwzględniono koszty serwisowania stacji ładowania.

Inwestycje odtworzeniowe ujęto na podstawie przewidywanych okresów użytkowania autobusów. W przypadku autobusów elektrycznych wzięto również pod uwagę wymianę baterii po 7 latach eksploatacji.

W analizie finansowej nie ujęto ewentualnych kosztów finansowania zakupu jednostek taborowych.

Liczbę pasażerów i wpływy z biletów we wszystkich wariantach oszacowano na podstawie danych Miasta ze sprzedaży biletów z lat 2021-2023. W prognozie na lata następne uwzględniono prognozy zmiany liczby mieszkańców opracowane przez GUS.

6. Analiza finansowo-ekonomiczna

6.1. Oszacowanie efektów środowiskowych

W przeciwieństwie do analizy finansowej, skupiającej się na przepływach finansowych, przedmiotem analizy społeczno-ekonomicznej jest kalkulacja kosztów i korzyści dla społeczeństwa, wynikających z realizacji – a następnie z eksploatacji – ocenianego wariantu.

Analiza została przygotowana według niżej przedstawionego schematu postępowania:

- 1) przeprowadzenie analizy odchyłeń cenowych, płacowych oraz aspektów podatkowych;
- 2) ocena wpływu na środowisko;
- 3) ocena projektu z punktu widzenia mierzalnych i niemierzalnych efektów oddziaływania na środowisko.

Analiza korzyści użytkowników koncentruje się na efektach inwestycji z perspektywy dobrobytu społecznego, dlatego wyłączono z niej wzajemne przychody operatorów i Miasta, w szczególności wyeliminowano wzajemne rozliczenia w zakresie przekazywanego wynagrodzenia. Uwzględniono natomiast korzyści w postaci oszczędności w kosztach eksploatacyjnych, które wystąpią w wyniku realizacji wybranego wariantu – zostały one przeniesione z analizy finansowo-ekonomicznej do analizy społeczno-ekonomicznej.

Do analizy kosztów i korzyści społecznych włączono efekty wyłącznie bezpośrednio wynikające z danego wariantu. Analiza nie obejmuje zatem efektów rozproszonych w gospodarce, takich jak efekty mnożnikowe.

Identyfikacji oraz zmonetyzowaniu poddano efekty zewnętrzne – zgodnie z katalogiem efektów zawartym w Załączniku III do rozporządzenia wykonawczego Komisji UE nr 207/2015 z dnia 20 stycznia 2015 r., w wersji aktualnej na dzień 30 września 2024 r.

Ze względu na specyfikę i charakter analizy, zgodnie z wymogami art. 37 ust. 2 pkt 3 ustawy o elektromobilności, ujęto w niej efekty zewnętrzne związane z emisją:

- gazów cieplarnianych (CO₂);
- gazów innych niż cieplarniane (tj. lokalne skutki zanieczyszczenia powietrza);
- hałasu.

Dokonując wyceny efektów zewnętrznych zastosowano ogólne zasady metodyczne ilościowej analizy kosztów i korzyści, w tym monetyzacji efektów społeczno-ekonomicznych, które opisano w Przewodniku, Niebieskiej Księdze, a także w Vademecum Beneficjenta – wymienionych w rozdziale 1.1 opracowania. W analizie pominięto korzyści wynikające ze zmiany liczby pasażerów – z uwagi na przyjęte założenie jednakowego wzrostu liczby pasażerów dla każdego z wariantów.

Analizę przeprowadzono wyliczając emisję zanieczyszczeń w miejscu użytkowania pojazdów – mieście Elblągu i okolicznych gminach.

Analizę przeprowadzono metodą różnicową, polegającą na porównaniu przepływów danego wariantu z przepływami scenariusza bazowego, zakładającego kontynuację funkcjonowania transportu publicznego w podobnym jak obecnie kształcie, lecz opóźnienie decyzji inwestycyjnych i korzystanie z taboru używanego.

Aspekty podatkowe uwzględniono w analizie społeczno-ekonomicznej, bowiem wielkości będące przedmiotem analizy finansowej wymagają korekty – w celu lepszego oddania rzeczywistych cen. Jest to niezbędne, jeśli wykorzystywane dobra i usługi, bądź produkty wynikające z wariantu, zawierają podatek VAT lub inne podatki pośrednie albo zawierają ukryte subsydia (ewentualnie opłaty), mające na celu ograniczenie kosztów społecznych (np. w cenie energii zawarty jest pośredni podatek przeznaczony na pokrycie przyszłych kosztów ekologicznych – w takim przypadku należy unikać podwójnego naliczenia kosztów ekologicznych w analizie ekonomicznej).

Zgodnie z zaleceniami zawartymi w Niebieskiej Księdze, w analizie ekonomicznej dokonano korekty cen rynkowych na ceny ukryte, które lepiej odwzorowują korzyści społeczne.

W celu wyeliminowania zakłóceń (podatkowych i innych niedoskonałości rynku) na rynku energii i rynku pracy, zastosowano współczynniki konwersji CF, przedstawione w Vademecum Beneficjenta (s. 27) – odpowiednio w wysokości:

- dla nakładów inwestycyjnych w zakresie infrastruktury – 0,83;
- dla nakładów inwestycyjnych w zakresie taboru – 0,87;
- dla kosztów operacyjnych – 0,78.

Zastosowane w analizie finansowej kategorie kosztowe nie zawierają podatku VAT ani innych ukrytych opłat pośrednich, nie dokonywano zatem korekty o podatek VAT. Nie ma także konieczności ujmowania korekty podatku CIT w analizie kosztów i korzyści społecznych, ponieważ przepływy pieniężne w analizie finansowej projektu nie zawierają podatku CIT.

Poniżej przedstawiono założenia i metodę kwantyfikacji poszczególnych kategorii efektów zewnętrznych, zidentyfikowanych dla poszczególnych wariantów.

Emisja gazów cieplarnianych

Ocena oddziaływań zmian klimatycznych umożliwia określenie wartości ekonomicznej przyrostowych oddziaływań emisji gazów cieplarnianych na zmiany klimatyczne, generowanych przez pojazdy wykorzystujące infrastrukturę transportową. Emisje gazów cieplarnianych są wyrażane jako ekwiwalent CO₂, zgodnie z metodyką zawartą w opracowaniu pt. „European Investment Bank Induced GHG Footprint. The carbon footprint of projects financed by the

Bank. Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations. Version 10.1", kwiecień 2014 r.

Jednostkowe koszty emisji gazów cieplarnianych są wprost zależne od zużycia paliwa, przy czym wskaźnik przeliczeniowy wynosi: 1 litr oleju napędowego = 2,68 kg CO₂. Wielkość emisji gazów została pomnożona przez współczynnik kosztu jednostkowego CO₂, czego wynikiem jest całkowity koszt zmian klimatycznych.

Koszt jednostkowy emisji CO₂ został przyjęty w analizie na podstawie powyższej metodyki. Zgodnie z rekomendacjami CUPT, wykorzystano scenariusz średni z tego opracowania, w którym koszt klimatyczny emisji 1 tony CO₂ oszacowano na 25 euro. Indeksacja tego kosztu polega na dodaniu do wartości dla roku poprzedniego, wzrostu rocznego w wysokości 1 euro na 1 tonę CO₂ (w cenach z 2006 r.). W celu przeliczenia na złote, w każdym roku analizy wykorzystano średni kurs roczny EUR/PLN, podawany przez Europejski Bank Centralny (EBC). Indeksacja kosztów zmian klimatycznych jest niezależna od dynamiki PKB *per capita*.

Do obliczeń przyjęto wartości jednostkowe uzyskane zgodnie z emisjami zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego określone przez CUPT i zawarte w szablonie AKK, dostępnym w serwisie internetowym tej instytucji (<https://www.cupt.gov.pl/konkurs/aktualnie-trwajace/e1-1-2-zero-i-niskoemisyjny-transport-zbiorowy-autobusy-2-0/>).

Kalkulacja ilości emisji CO₂ dla autobusów elektrycznych została oparta o zużycie energii elektrycznej oraz o wskaźnik emisyjności dla miksu energetycznego Polski. Z uwagi na zmiany miksu paliwowego w sektorze elektroenergetycznym w Polsce, uwzględniono zmiany emisyjności CO₂ w okresie analizy. Obliczeń dokonano w oparciu o scenariusz według Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030.

W tabeli 21 przedstawiono emisję gazów cieplarnianych (GHG) przy produkcji energii elektrycznej w Polsce – dane dla krajowego miksu energetycznego.

Tab. 21. Emisja GHG przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [g CO₂/KWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

Wyszczególnienie	Analizowany rok			
	2021	2025	2030	2035
Emisja CO ₂	792	760	660	480

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Przyszły miks energetyczny Polski – determinanty, narzędzia i prognozy, Instrat – Fundacja Inicjatyw Strategicznych, grudzień 2019, scenariusz według Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030.

Emisja gazów innych niż cieplarniane

Koszt związany z emisją substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane (NO_x, PM, NMHC/NMVOC) został oszacowany dla scenariusza bazowego i wariantów inwestycyjnych – zgodnie z aktualnymi wartościami dopuszczalnych zanieczyszczeń dla poszczególnych norm EURO użytkowanego taboru.

Dla wariantu elektrycznego, z autobusami elektrycznymi zasilanymi z baterii, uwzględniono koszty emisji powstającej przy wytwarzaniu energii elektrycznej w Polsce, pomimo że emisję lokalną można uznać za zerową. Wielkość emisji zanieczyszczeń w przeliczeniu na 1 wozokilometr przedstawiono w tabeli 22.

Tab. 22. Emisja zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [g/kWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

Substancja zanieczyszczająca atmosferę	Analizowany rok			
	2021	2025	2030	2035
NMHC/NMVOC	0,005	0,005	0,005	0,003
SO ₂	2,627	2,188	2,023	1,522
NO _x	1,091	0,908	0,840	0,632
PM	0,030	0,025	0,023	0,017

Źródło: opracowanie własne na podstawie: dane wyjściowe – Kalkulator emisji CUPT. Prognoza na podstawie Scenariusza Polityki energetyczno-klimatycznej (PEK). Ocena skutków planowanych polityk i środków. Załącznik 2 do Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030.

Dla autobusów z silnikami Diesla, zasilanymi olejem napędowym i CNG, spełniającymi normy EURO VI, przyjęto wskaźniki maksymalnej emisyjności dla tego typu silników.

Emisja substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane wpływa bezpośrednio na stan zdrowia mieszkańców obszarów przyległych do źródeł emisji liniowych. Emisja substancji szkodliwych przy wytwarzaniu energii elektrycznej rozprasza się z kolei na bardzo dużym obszarze, przez co jej oddziaływanie na stan zdrowotności mieszkańców miast jest mniejsze. Zmniejszenie emisji lokalnej ze środków transportowych zawsze korzystnie wpływa na lokalne warunki środowiskowe i poprawia warunki życia mieszkańców. Ze względów społecznych koszt emisji lokalnej należy zatem wycenić wyżej niż koszt emisji z elektrowni, tworzącej ogólne tło zanieczyszczeń w kraju.

Emisja hałasu

Dla nowych autobusów z silnikiem Diesla, spełniających normę EURO VI, założono redukcję hałasu o 5%. Wprawdzie obecnie stosowane silniki elektryczne, w porównaniu do silników spalinowych emitują znacznie niższy poziom hałasu, pozostaje wciąż jednak emisja hałasu wynikająca z toczenia się kół, pracy różnorodnych urządzeń pokładowych – szczególnie wentylatorów w układach chłodzenia – oraz pracy konstrukcji nadwozia.

Wskaźniki kosztów efektów zewnętrznych emisji hałasu zaczerpnięto z „Tablic kosztów jednostkowych do wykorzystania w analizach kosztów i korzyści”, publikowanych w serwisie internetowym CUPT – przyjęto koszty hałasu w transporcie drogowym dla autobusu w terenie miejskim, wartości średnie.

Uwzględnienie w analizie korzyści społecznych bazuje na ujęciu różnicowym, zgodnie z którym w pierwszej kolejności obliczono finansowe koszty eksploatacji oraz koszty społeczne emisji gazów cieplarnianych, emisji lokalnej oraz emisji hałasu dla scenariusza bazowego, zakładającego brak realizacji analizowanych wariantów, a następnie obliczono tożsame kategorie kosztów społecznych dla wariantów konwencjonalnego i elektrycznych.

Różnica pomiędzy rozpatrywanym wariantem a scenariuszem bazowym, stanowi wartość kosztów lub korzyści wynikających z realizacji danego wariantu. W przypadku gdy różnica kosztów danego wariantu i kosztów wariantu bazowego jest dodatnia, dana kategoria efektu zewnętrznego jest kosztem, natomiast w przypadku, gdy różnica jest wynikiem ujemnym, dana kategoria efektu zewnętrznego traktowana jest jako korzyść społeczna realizacji wariantu.

W tabeli 23 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego, elektrycznego A oraz elektrycznego B w zakresie emisji zanieczyszczeń.

Tab. 23. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach w latach 2024-2039

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NM VOC	PM
Scenariusz bazowy						
1.1	Średniorocznie	tona	2 196,2	3,3	1,1	0,08
1.2		tys. zł	3 980,0	312,7	4,8	48,4
1.3	Cały okres analizy	tona	35 139,4	52,4	17,0	1,31
1.4		tys. zł	63 679,2	5 002,6	77,4	774,2
Wariant konwencjonalny						
2.1	Średniorocznie	tona	2 196,2	3,3	1,1	0,08
2.2		tys. zł	3 980,0	312,7	4,8	48,4

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NM _{VOC}	PM
2.3	Cały okres analizy	tona	35 139,4	52,4	17,0	1,31
2.4		tys. zł	63 679,2	5 002,6	77,4	774,2
Wariant elektryczny A						
3.1	Średniorocznie	tona	2 064,5	3,0	0,8	0,08
3.2		tys. zł	3 677,7	286,4	3,6	45,1
3.3	Cały okres analizy	tona	33 032,5	48,3	13,0	1,23
3.4		tys. zł	58 842,4	4 582,3	58,1	721,7
Wariant elektryczny B						
4.1	Średniorocznie	tona	1 990,9	2,9	0,8	0,07
4.2		tys. zł	3 741,9	280,6	3,5	44,2
4.3	Cały okres analizy	tona	31 854,0	46,6	12,2	1,19
4.4		tys. zł	59 871,0	4 490,1	56,1	708,0
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant elektryczny A versus wariant konwencjonalny						
5.1	Średniorocznie	tona	-131,7	-0,3	-0,3	-0,01
5.2		tys. zł	-302,3	-26,3	-1,2	-3,3
5.3	Cały okres analizy	tona	-2 106,8	-4,1	-4,1	-0,08
5.4		tys. zł	-4 836,8	-420,3	-19,3	-52,5
Ograniczenie emisji w wariantcie elektrycznym A w porównaniu do wariantu konwencjonalnego [%]						
6.1	Średniorocznie	tona	6,0	7,8	23,9	6,3
6.2		tys. zł	7,6	8,4	25,0	6,8
6.3	Cały okres analizy	tona	6,0	7,8	23,9	6,3
6.4		tys. zł	7,6	8,4	25,0	6,8
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant elektryczny B versus wariant konwencjonalny						
7.1	Średniorocznie	tona	-205,3	-0,4	-0,3	-0,01
7.2		tys. zł	-238,0	-32,0	-1,3	-4,1
7.3	Cały okres analizy	tona	-3 285,4	-5,9	-4,8	-0,13
7.4		tys. zł	-3 808,2	-512,5	-21,3	-66,2
Ograniczenie emisji w wariantcie elektrycznym B w porównaniu do wariantu konwencjonalnego [%]						
8.1	Średniorocznie	tona	9,4	11,2	-28,2	9,5
8.2		tys. zł	6,0	10,2	-27,5	8,6
8.3	Cały okres analizy	tona	9,4	11,2	-28,2	9,5
8.4		tys. zł	6,0	10,2	-27,5	8,6

Źródło: opracowanie własne.

Oszacowanie efektów środowiskowych dla poszczególnych lat przedstawiono w załączniku D do opracowania.

6.2. Efekty dla miasta i mieszkańców wynikające z wymiany pojazdów na zeroemisyjne

Do tej pory mieszkańcy Elbląga nie osiągnęli jeszcze korzyści środowiskowych wynikających z eksploatacji w elbląskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych.

Zalety eksploatacji autobusów elektrycznych stanowią:

- znacznie mniejsza emisja hałasu, odczuwalna szczególnie podczas ruszania z przystanku i przejazdu ulicami o gęstej zabudowie;
- wyższy komfort podróżowania – mniejsza emisja hałasu wewnątrz pojazdu, przede wszystkim w tylnej części autobusu;
- brak emisji zanieczyszczeń podczas jazdy autobusu w okresie letnim oraz mniejsza emisja w okresie niskich temperatur (używanie tylko pieca grzewczego).

Wprowadzenie autobusów elektrycznych o podobnym poziomie wyposażenia dla pasażerów jak obecnie użytkowane, nie spowodowałoby poprawy innych warunków podróżowania niż wyżej wskazane.

Zmiana liczby pasażerów korzystających z autobusów w wyniku uruchomienia taboru zeroemisyjnego będzie możliwa do określenia dopiero po co najmniej kilkumiesięcznym okresie eksploatacji tego taboru. Zmianę tę można określić na podstawie badań marketingowych wielkości popytu, np. z wykorzystaniem bramek liczących zainstalowanych w pojazdach.

Wymiana znacznej części lub całości taboru spalinowego na zeroemisyjny elektryczny, dokonana byłaby prawdopodobnie ze środków własnych operatorów, bez wykorzystania wsparcia środkami pomocowymi. Można przypuszczać, że wyższe nakłady inwestycyjne operatorów będą skutkowały wyższymi stawkami za wozokilometr. Z kolei wyższe stawki za wozokilometr stwarzają konieczność zwiększania wydatków bieżących na lokalny transport zbiorowy, co wpływa na ograniczenie środków, które mogą być przeznaczone z budżetu na inne inwestycje, niezbędne i oczekiwane przez mieszkańców. To z kolei nie pozwala na rozszerzenie oferty przewozowej przy zakupie kolejnych autobusów zeroemisyjnych, wskutek czego dostępność komunikacji miejskiej nie ulegnie poprawie. Co więcej, powstaje nawet ryzyko redukcji liczby wykonywanych wozokilometrów w celu zachowania tego samego poziomu udziału wydatków bieżących na lokalny transport zbiorowy w budżecie Miasta. Opisane ograniczenie skutkowałoby zmniejszeniem dostępu do usług komunikacji miejskiej i zwiększeniem wykluczenia transportowego części mieszkańców miasta.

Poniesienie nakładów finansowych na zakup taboru zeroemisyjnego i infrastruktury ładującej wpłynie więc pośrednio na ograniczenie innych inwestycji. Oddziaływanie to można

byłoby zmniejszyć poprzez pozyskanie przez operatorów wysokiego poziomu wsparcia finansowego z zewnętrznych środków pomocowych (co najmniej na poziomie 50%, a optymalnie – 70-85%).

Wobec wysoce prawdopodobnego jednoczesnego braku zwiększenia wykonywanej pracy eksploatacyjnej, wprowadzenie kolejnych autobusów elektrycznych do ruchu nie wpłynie na zmiany w mobilności mieszkańców, w tym jej wzrost. Wprowadzenie autobusów elektrycznych nie wpłynie także na zmianę poziomu życia i na zamożność mieszkańców.

Wycenę kosztów emisji zanieczyszczeń przedstawiono w tabeli 23.

Korzyści z realizacji programu wymiany taboru według wariantów elektrycznego A i elektrycznego B, stanowią:

- zmniejszenie w mieście emisji liniowych zanieczyszczeń powietrza z transportu;
- zmniejszenie emisji hałasu ulicznego;
- wypełnienie wymogów określonych w art. 68a ustawy o elektromobilności;
- umocnienie wizerunku Elbląga, jako miasta ekologicznego.

Wyzwaniem stojącym przed systemem komunikacji miejskiej jest malejąca liczba przewożonych pasażerów w związku z ciągłym rozwojem motoryzacji indywidualnej oraz spadkiem liczby mieszkańców (migracje ludności, ujemny przyrost naturalny). Wyzwaniem jest ponadto dostosowanie rozkładów jazdy do faktycznych możliwości codziennej eksploatacji autobusów elektrycznych, w celu uniknięcia przerw w kursowaniu w ciągu dnia dla doładowania baterii autobusów.

6.3. Wyniki analizy kosztów i korzyści

Obliczenia analizy finansowej i społeczno-ekonomicznej dla wszystkich wariantów zostały zawarte w modelu finansowym, stanowiącym Załącznik E do niniejszej Analizy Kosztów i Korzyści. W tabeli 24 przedstawiono natomiast wskaźniki oceny opłacalności efektywności finansowej porównywanych wariantów: konwencjonalnego, elektrycznego A i elektrycznego B, w stosunku do scenariusza bazowego.

Tab. 24. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant		
		konwencjonalny	elektryczny A	elektryczny B
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-30 890,9	-67 946,1	-78 243,6
Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna

Źródło: opracowanie własne.

Żaden z wariantów z taborem zeroemisyjnym nie wykazał dodatnich wartości wskaźników FNPV/c i FRR/c – ich realizacja wymaga więc udzielenia zewnętrznego wsparcia finansowego. Różnica pomiędzy efektami finansowymi wariantu konwencjonalnego i wariantów elektrycznych jest znacząca.

W tabeli 25 przedstawiono efekty ekonomiczne analizy.

Tab. 25. Podsumowanie wyników finansowo-ekonomicznych poszczególnych wariantów w stosunku do scenariusza bazowego w latach 2021-2036

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant		
		konwencjonalny	elektryczny 1	elektryczny 2
Koszty inwestycyjne	tys. zł	54 080,0	105 180,0	109 380,0
Infrastruktura i pozostałe koszty	tys. zł	0,0	5 900,0	5 900,0
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	54 080,0	99 280,0	103 480,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	-340,2	-729,9	-543,0
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	-0	6 416,4	6 456,9
Emisja lokalna zanieczyszczeń – wartość zdyskontowana	tys. zł	0	3 451,1	3 398,8
Emisja CO ₂ – wartość zdyskontowana	tys. zł	-0	-118,6	-245,1
Redukcja hałasu	tys. zł	0	2 607,4	2 524,2
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-30 890,9	-49 016,6	-61 996,3
Ekonomiczna stopa zwrotu (EIRR)	%	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,19	0,35	0,23

Źródło: opracowanie własne.

We wszystkich wariantach z taborem zeroemisyjnym wartości ENPV przyjęły wielkości ujemne. W przypadku, gdy wartość ENPV wynosi zero, bieżąca wartość przyszłych korzyści ekonomicznych jest równa bieżącej wartości kosztów ekonomicznych wariantu. W analizowanym przypadku nie są jednak istotne osiągnięte wartości ENPV w porównaniu do scenariusza bazowego, lecz różnice wartości ENPV poszczególnych analizowanych wariantów. Scenariusz bazowy nie będzie bowiem realizowany i ma znaczenie wyłącznie porównawcze, ponieważ służy zaprognozowaniu przepływów dla poszczególnych wariantów przy zastosowaniu metody różnicowej.

Zdecydowanie korzystniejszą wartość ENPV osiągnięto dla wariantu konwencjonalnego, w porównaniu do wariantów elektrycznego A i elektrycznego B – z zakupem taboru zeroemisyjnego. Uzyskane w analizie wyniki oznaczają – przy przyjętych założeniach i uwzględnieniu jako miernika ENPV – brak osiąganych korzyści z tytułu zastosowania w elbląskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych.

Z uwagi na znaczące różnice w wartości nakładów inwestycyjnych ocenianych wariantów, ENPV nie jest determinantą, która powinna być uwzględniona w ocenie. Należy odnieść się do efektywności ekonomicznej wariantów. Wskaźnikami, które informują o efektywności ekonomicznej, są EIRR oraz BCR. Z uwagi na charakterystykę przepływów ekonomicznych, EIRR jest niepoliczalna. Wskaźnik BCR wykazuje wartość najwyższą dla wariantu elektrycznego A.

Należy podkreślić, że przeprowadzona analiza uwzględnia korzyści tzw. bezpośrednie (emisje, hałas), nie uwzględnia natomiast takich korzyści jak podniesienie komfortu jazdy, czy też postrzeganie transportu publicznego przez mieszkańców.

Ocena wyników ekonomicznych analizowanych wariantów i same wyniki wskazują, iż podstawowym czynnikiem wpływającym na wartości wskaźników są nakłady inwestycyjne, tj. cena autobusu w danym wariantcie. Czynnikiem krytycznym dla wyników analizy jest zatem cena zakupu autobusu elektrycznego wraz z infrastrukturą ładującą.

6.4. Analiza wrażliwości

Dla przyjętych założeń wykazano brak korzyści z wykorzystywania autobusów zeroemisyjnych w elbląskiej komunikacji miejskiej. Brak zmonetyzowanych korzyści społeczno-ekonomicznych zdeterminowała wysoka cena zakupu autobusów wraz z infrastrukturą zasilającą.

Strukturę użytkowanego taboru determinować będą więc w najbliższych latach decyzje – pozytywne lub negatywne – o dofinansowaniu ze środków pomocowych zakupu autobusów zeroemisyjnych w ramach programów pomocowych krajowych oraz Unii Europejskiej.

W przypadku braku uczestnictwa lub braku pozyskania dofinansowania dla projektów zakupu taboru, spełnienie warunku 30% udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów, którymi świadczone są usługi komunikacji miejskiej w Elblągu, wymaganego na 1 stycznia 2028 r., będzie znacznie trudniejsze.

Zakup autobusów zeroemisyjnych wiąże się z poniesieniem 2-krotnie wyższych jednostkowych nakładów inwestycyjnych dla autobusów elektrycznych bateryjnych, niż przy zakupie analogicznego taboru z napędem Diesla.

Nie istnieje przy tym jeszcze rynek używanych autobusów zeroemisyjnych – nie można więc nabyć tańszego pojazdu używanego.

Niezwykle wysokie wydatki na zakup taboru zeroemisyjnego ponoszone w całości ze środków własnych operatorów, wymagałyby znacznego podwyższenia stawki za wozokilometr, co skutkowałoby zwiększonym finansowaniem działalności ZKM, a w rezultacie oznaczałoby rezygnację przez Miasto z wielu innych przedsięwzięć inwestycyjnych. Uznaje się zatem, że decyzja o wdrożeniu wariantów elektrycznych A lub B, z zakupem pojazdów zeroemisyjnych, może być podjęta tylko w przypadku uzyskania dodatkowego dofinansowania zwiększonych wydatków z krajowych lub europejskich środków pomocowych.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były znacznie niższe. W tabeli 26 przedstawiono zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów – przy zmniejszeniu kosztu nabywanego autobusu zeroemisyjnego odpowiednio o 10, 25 i 40%.

Tab. 26. Zmiany efektywności finansowej wariantów elektrycznych w wyniku zmniejszenia kosztu jednostkowego nabywanego taboru

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
			o 10%	o 25%	o 40%
Wariant – elektryczny A					
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-62 911,4	-55 359,2	-47 807,1
2	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-44 323,2	-37 282,9	-30 242,7
3	Różnica ENPV wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-13 432,2	-6 392,0	+648,2
Wariant – elektryczny B					
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-72 924,4	-64 945,7	-56 966,9
2	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-57 104,9	-49 767,9	-42 430,9
3	Różnica ENPV wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-26 214,0	-18 877,0	-11 540,0

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z tabeli 26, różnica ENPV pomiędzy wariantem elektrycznym A i konwencjonalnym, przy spadku ceny bateryjnych autobusów elektrycznych o 40%, jest dodatnia – występują więc korzyści wynikające ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w tym wariantcie.

Wartość progowa ceny standardowego autobusu zeroemisyjnego klasy maxi, o długości około 12 m, zasilanego z baterii o pojemności 480 kWh, ładowanych podczas postoju nocnego, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa niż dla wariantu z taborem konwencjonalnym, to dla Elbląga w wariantcie elektrycznym A kwota 1 595,9 tys. zł (czyli o 38,6% niższa od przyjętej do analizy).

W wariantcie elektrycznym B wartość progowa autobusu zeroemisyjnego o długości 12 m wyniosła 946,6 tys. zł (czyli była o 63,6% niższa od kwoty przyjętej do analizy).

Dopiero przy przedstawionych wyżej cenach pojazdów zeroemisyjnych miałyby miejsce ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpiłby obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego, przy uwzględnieniu parametru ENPV.

6.5. Analiza ryzyka

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów, przedstawiono w tabeli 27. Dla każdego z ryzyk zidentyfikowanych jako aktywne przedstawiono jego prawdopodobieństwo i dotkliwość – zgodnie z dokumentem pn. „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020, Komisja Europejska 2014”. Prawdopodobieństwo ryzyka sklasyfikowano w skali od A – bardzo nieprawdopodobne do E – bardzo prawdopodobne. Siłę oddziaływania (dotkliwość ryzyka) sklasyfikowano natomiast w skali od I – brak oddziaływania na dobrobyt społeczny do V – katastrofalne, wadliwość projektu. Poziom ryzyka, jako połączenie prawdopodobieństwa i siły oddziaływania, określono na podstawie tabeli zamieszczonej w wyżej wymienionym przewodniku.

Tab. 27. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wariant konwencjonalny				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	III	wysoki	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej
Zbyt wysokie ceny ofertowe w kolejnych przetargach	A	III	niski	umiarkowane wymogi taborowe, dopuszczenie taboru używanego
Brak możliwości sfinansowania przez Miasto pełnego wynagrodzenia dla operatorów	B	III	umiarkowany	obniżenie wymogów taborowych, dopuszczenie taboru używanego

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Opóźnienia w dostawach taboru	A	III	niski	wyprzedzające ogłaszanie przetargów
Wyższe ceny oleju napędowego	B	II	niski	dywersyfikacja napędów autobusów
Wariant elektryczny A				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	III	wysoki	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej
Brak możliwości sfinansowania przez Miasto pełnego wynagrodzenia dla operatorów	D	V	bardzo wysoki	wyprzedzające przetargi, zakup pojazdów elektrycznych i ładowarek przez Miasto, zakup energii przez Miasto
Opóźnienie dostaw taboru	C	IV	wysoki	wyprzedzające ogłaszanie przetargów
Wyższe ceny taboru	C	II	umiarkowany	przetargi z wyprzedzeniem, zmiany kompletacji
Wyższe koszty infrastruktury	C	III	umiarkowany	ograniczenie wymogów taborowych, przetargi z wyprzedzeniem
Opóźnienie w realizacji infrastruktury	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny oleju napędowego	B	II	niski	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	III	umiarkowany	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	umiarkowany	wydłużona eksploatacja
Wariant elektryczny B				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	III	wysoki	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej
Brak ofert w pierwszym przetargu, zbyt wysokie ceny w ofertach	D	V	bardzo wysoki	rezygnacja z wdrażania wariantu
Brak możliwości sfinansowania przez Miasto pełnego wynagrodzenia dla operatorów	D	V	bardzo wysoki	wyprzedzające ogłaszanie przetargów, zakup pojazdów elektrycznych i ładowarek przez Miasto, zakup energii przez Miasto
Opóźnienie dostaw taboru	C	IV	wysoki	wyprzedzające ogłaszanie przetargów
Wyższe ceny taboru	C	II	umiarkowany	przetargi z wyprzedzeniem, zmiany kompletacji

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wyższe koszty infrastruktury i dostosowania obiektów	C	III	umiarkowany	ograniczenie wymogów taborowych, przetargi z wyprzedzeniem
Opóźnienie w realizacji infrastruktury	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny oleju napędowego	B	II	niski	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	III	umiarkowany	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	umiarkowany	wydłużona eksploatacja

Źródło: opracowanie własne.

We wszystkich wariantach ryzyka popytowe w jednakowym stopniu oddziałują na zdolność do realizacji zadań inwestycyjnych. Ryzyka te ujęto w każdym z wariantów w jednej pozycji. Poziom ryzyk popytowych uznano za wysoki, a metodą przeciwdziałania są różnorodne formy promocji transportu publicznego i komunikacji miejskiej.

Bardzo wysokim ryzykiem w wariantcie elektrycznym B jest brak ofert w pierwszym przetargu albo też przedstawienie ofert z cenami za wozokilometr nieakceptowalnymi dla Miasta. Rozwiązaniem w takiej sytuacji jest rezygnacja z wdrażania wariantu elektrycznego B i przystąpienie do wdrażania wariantu elektrycznego A.

Bardzo wysokim ryzykiem jest ponadto ograniczona możliwość sfinansowania przez Miasto zwiększonych wydatków na zakup usług przewozowych autobusami w komunikacji miejskiej, z powodu nadmiernego wzrostu stawki – w rezultacie konieczności poniesienia przez operatorów wysokich kosztów inwestycji w tabor zeroemisyjny i infrastrukturę do ładowania. Autobusy elektryczne w zasadzie nie występują na rynku wtórnym, konieczne jest więc dokonanie zakupu takich pojazdów jako fabrycznie nowych, co wiąże się z wysokimi nakładami finansowymi. Niezbędne byłoby w tym przypadku ogłoszenie przetargów z jak największym wyprzedzeniem, aby operatorzy mogli bez zwiększonych kosztów zrealizować zakup taboru i zrealizować budowę instalacji zasilających na terenie wybranych zajezdni.

Ryzyko to może zostać znacznie ograniczone przez zaangażowanie finansowe Miasta w zakup taboru z ładowarkami dla udostępnienia go operatorom. Miasto może zdecydowanie łatwiej pozyskać wsparcie finansowe takiego zakupu ze środków krajowych lub europejskich. W gestii operatora pozostałaby jedynie budowa zasilania do punktów ładowania w wybranej zajezdni.

Dodatkowo w wariantach elektrycznych Miasto (np. poprzez ZKM) może na własny koszt zapewnić dostawy energii dla pojazdów zeroemisyjnych zawierając – jako grupa – kontrakty z dostawcami.

Ryzyko ograniczonej możliwości sfinansowania przez Miasto zwiększonych wydatków na zakup usług przewozowych autobusami w komunikacji miejskiej jest w wariantach konwencjonalnym umiarkowane i może być ograniczone poprzez dopuszczenie w przetargach do eksploatacji taboru używanego lub poprzez zmniejszenie wymogów.

Wysokim ryzykiem w obydwu wariantach elektrycznych obarczone są terminowe dostawy taboru zeroemisyjnego, wynikające z prawdopodobnego jednoczesnego zamówienia dużej liczby takich pojazdów przez wiele miast, przy ograniczonych zdolnościach wzrostu produkcji komponentów, baterii i całych pojazdów. Wysokim ryzykiem w obydwu wariantach elektrycznych obciążona jest terminowa budowa infrastruktury zasilającej. Największe ryzyko wiąże się z szybkim pozyskiwaniem pozwoleń na budowę oraz realizacją inwestycji kablowych w obszarach zabudowy miejskiej. Sposobem na zmniejszenie poziomu tego ryzyka jest odpowiednio wczesne ogłaszanie przetargów wyboru operatorów.

Umiarkowane ryzyko związane jest ze stabilnością cen pojazdów zeroemisyjnych i urządzeń infrastruktury, gdyż pomimo spadku cen, obowiązek wprowadzenia do eksploatacji znacznej ich liczby w dość krótkim czasie, może wpłynąć na ograniczenia dostępności takich pojazdów oraz urządzeń do ich ładowania. Efektem powyższego może być okresowy wzrost cen.

Umiarkowane ryzyko dotyczy także stabilności cen energii elektrycznej. Ryzyko to może być zmniejszane poprzez zawieranie wieloletnich kontraktów, a przy pojazdach elektrycznych – także poprzez ładowanie głównie w okresie niższych taryf, zapewnianie wymiennych zestawów baterii lub nawet pojazdów rezerwowych i zmniejszenie przez to poboru mocy w okresach szczytowych oraz zmniejszanie poziomu mocy zamówionej.

7. Rekomendacje

Miasto Elbląg przekracza próg 50 000 mieszkańców, jest zatem jako jednostka samorządu terytorialnego zobligowane do opracowania analizy kosztów i korzyści, o której mowa w art. 37 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

Według stanu na dzień 30 września 2024 r., sieć połączeń elbląskiej komunikacji miejskiej tworzyło 21 linii, w tym 5 tramwajowych i 16 autobusowych. W segmencie linii autobusowych 14 było dziennych (w tym 1 sezonowa), a 1 – nocna.

Wszystkie linie tramwajowe oraz 13 linii autobusowych miało trasy zawierające się w całości w granicach miasta Elbląga. Jedynie trzy linie autobusowe obsługiwały obszar miasta oraz pobliskie miejscowości podmiejskie w sąsiadujących gminach wiejskich Elbląg i Milejewo.

Organizatorem komunikacji miejskiej w Elblągu jest Prezydent Miasta Elbląg, którego zadania wykonuje Zarząd Komunikacji Miejskiej w Elblągu sp. z o.o. W segmencie przewozów tramwajowych jedynym operatorem jest spółka komunalna Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. W segmencie przewozów autobusowych operatorzy wybierani są w postępowaniach przetargowych. Według stanu na 30 września 2024 r. przewozy autobusowe wykonywało dwóch operatorów, z którymi zawarto umowy obowiązujące do końca 2027 r.

Operatorzy autobusowi dysponują flotą składającą się z 41 autobusów z silnikami wyłącznie na olej napędowy. Operatorzy rozpoczynali świadczenie przewozów taborem fabrycznie nowym, a aktualny wiek autobusów to 3 i 4 lata, w zależności od operatora.

Analizę kosztów i korzyści wykonano zgodnie z wymogami ustawy o elektromobilności, korzystając z wytycznych i przewodników do sporządzania takich analiz, opracowanych dla potrzeb projektów z dofinansowaniem unijnym.

Zidentyfikowano trzy warianty zmian wyposażenia taborowego elbląskiej komunikacji miejskiej:

- konwencjonalny, w którym założono w kolejnych umowach z operatorami wprowadzanie autobusów wyłącznie zasilanych olejem napędowym;
- elektryczny A, w którym założono:
 - wprowadzanie – po zakończeniu obowiązywania obecnych umów z operatorami – w nowych umowach bateryjnych autobusów elektrycznych z doładowaniem plug-in na terenie zajezdni operatora – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności od 2028 r.;
 - w pozostałym zakresie – wprowadzanie autobusów z klasycznym napędem Diesla;
- elektryczny B, w którym założono:
 - zmniejszenie od 2025 r. zakresu przewozów autobusami klasy mini i jednoczesne wprowadzanie do eksploatacji bateryjnych autobusów elektrycznych, ładowanych wyłącznie

w porze nocnej poprzez złącza plug-in na terenie zajezdni operatora – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności od 2026 r.;

- uzupełnienie w nowych umowach floty o dodatkowe bateryjne autobusy elektryczne – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności od 2028 r.;
- w pozostałym zakresie – wprowadzanie autobusów z klasycznym napędem Diesla.

W koncepcji elektryfikacji pojazdów obsługujących linie elbląskiej komunikacji miejskiej w niniejszej analizie zaproponowano rozwiązanie z zastosowaniem autobusów zeroemisyjnych z bateriami o dużej pojemności, z doładowywaniem poprzez plug-in wyłącznie na terenie zajezdni. W tym rozwiązaniu przyjęto, że autobusy zeroemisyjne będą obsługiwały przede wszystkim zadania przewozowe o długości pozwalającej na ich obsługę autobusami z bateriami o pojemności 480 kWh.

Z zapisów art. 12 ust. 1 pkt 8 ustawy o ptz wynika konieczność jednoznacznego wskazania linii komunikacyjnych, na których przewidywane jest wykorzystanie pojazdów elektrycznych lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym. Zgodnie z art. 12 ust. 2a przywołanej ustawy, przy opracowywaniu planu transportowego gminy należy uwzględnić również wyniki analizy, o której mowa w art. 37 ust. 1 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, sporządzonej przez tę gminę. Wymagane wskazanie w planie transportowym linii do elektryfikacji powinno więc wynikać wprost z analizy kosztów i korzyści.

Proponuje się, aby przydział linii do obsługi taboru zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

- w pierwszej kolejności – linia priorytetowa 21;
- w drugiej kolejności – linie podstawowe: 13, 14, 15 i 17;
- w dalszej kolejności i w miarę możliwości, w tym technicznych – pozostałe linie podstawowe (16 i 24), linie uzupełniające oraz linie indywidualne.

Kolejność elektryfikacji linii może ulegać zmianom w zależności od rzeczywistego zużycia energii na obsługę danego zadania oraz innych działań organizacyjnych, np. zmian rozkładów jazdy dla poszczególnych brygad, zmian tras linii lub innych przyczyn.

W przeprowadzonej analizie społeczno-ekonomicznej uwzględniono oszczędności w kosztach eksploatacyjnych oraz efekty zewnętrzne związane z emisją gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń atmosfery oraz zmniejszenia hałasu.

Obliczone w analizie wskaźniki finansowe FNPV/c oraz FRR/c, są ujemne dla wszystkich wariantów z taboru zeroemisyjnym. Ujemne wartości osiągnęły także wskaźniki ENPV. W porównaniu do scenariusza bazowego najkorzystniej wypadł wariant konwencjonalny. **Przy przyjętych założeniach, analiza wykazała brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania.**

Głównym powodem negatywnych wyników analizy są wysokie ceny autobusów zeroemisyjnych, przy konieczności ponoszenia znaczących dodatkowych nakładów na instalacje zasilające.

W analizie nie uwzględniano innych dodatnich efektów związanych z zastosowaniem taboru zeroemisyjnego, mogących istotnie wpłynąć na jej wynik, takich jak:

- wzrost zainteresowania mieszkańców korzystaniem z zeroemisyjnej komunikacji miejskiej;
- wpływ zastosowania taboru zeroemisyjnego na ocenę postrzegania miasta.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były niższe.

Rekomendowanym do wdrożenia jest wariant 1-konwencjonalny. Realizacja wariantu elektrycznego A jest natomiast opcjonalna.

Niezależnie od wyników analizy kosztów i korzyści pozostaje nadal w mocy określony w art. 68a ustawy o elektromobilności warunek minimum 32 i 46% udziału pojazdów na paliwa alternatywne (w tym połowy zeroemisyjnych) w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami, odpowiednio od 24 grudnia 2021 r. do 31 grudnia 2025 r. i w latach 2026-2030.

Niniejsza analiza kosztów i korzyści nie jest polityką, strategią, planem lub programem, o których mowa w art. 46 ust. 2 i 3 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2024 r. poz. 1112). Niniejsza analiza kosztów i korzyści w żaden sposób nie oddziałuje na obszary Natura 2000, a ponadto realizacja analizowanych wariantów, w szczególności elektrycznego, wpływa pozytywnie na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery w obszarze funkcjonowania elbląskiej komunikacji miejskiej. Analiza kosztów i korzyści nie podlega więc obowiązkowi przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko.

8. Załączniki do Analizy

- A. Tabor według klasy autobusów
- B. Spis taboru
- C. Harmonogram wymiany floty
- D. Emisje zanieczyszczeń
- E. Model finansowy (plik obliczeniowy w arkuszu kalkulacyjnym)
- F. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu

Załącznik A

Tabor według klas autobusów

Lp.	Miasto	Wszyscy operatorzy razem						Wyłącznie operatorzy wewnętrzni						Wyłącznie operatorzy zewnętrzni					
		Liczba pojazdów według klasy																	
		mini	midi	maxi	mega 15	mega 18	ogółem	mini	midi	maxi	mega 15	mega 18	ogółem	mini	midi	maxi	mega 15	mega 18	ogółem
1	Elbląg	23	18	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	23	18	0	0	0	41

Klasa pojemnościowa:

- mini – do 8,99 m długości,
- midi – od 9,00 do 10,99 m długości,
- maxi – od 11,00 do 13,00 m długości,
- mega 15 – od 13,01 do 16,00 m długości,
- mega 18 – powyżej 16,00 m długości.

Źródło: dane Miasta.

Załącznik B Spis taboru

Lp.	Marka/typ	Norma EURO	Klasa	Średni przebieg roczny [tys. km]	Zużycie paliwa [dm ³ /100 km] [kWh/100 km]
1	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	28,7 dm ³
2	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	28,8 dm ³
3	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	23,5 dm ³
4	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	24,3 dm ³
5	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	24,8 dm ³
6	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	25,0 dm ³
7	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	25,3 dm ³
8	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	25,4 dm ³
9	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	25,7 dm ³
10	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	25,7 dm ³
11	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	25,8 dm ³
12	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	25,8 dm ³
13	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	25,9 dm ³
14	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	26,2 dm ³
15	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	26,4 dm ³
16	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	26,5 dm ³
17	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	26,5 dm ³
18	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	26,6 dm ³
19	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	26,8 dm ³
20	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	27,1 dm ³
21	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	27,3 dm ³
22	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	27,5 dm ³
23	ZAZ A-10	VI	mini	b.d.	27,8 dm ³
24	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	44,0 dm ³
25	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
26	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
27	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
28	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
29	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
30	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	

Lp.	Marka/typ	Norma EURO	Klasa	Średni przebieg roczny [tys. km]	Zużycie paliwa [dm ³ /100 km] [kWh/100 km]
31	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
32	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
33	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
34	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
35	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
36	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
37	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
38	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
39	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
40	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	
41	Iveco Crossway low entry	VI	midi	b.d.	

Klasa pojemnościowa:

- mini – do 8,99 m długości,
- midi – od 9,00 do 10,99 m długości,
- maxi – od 11,00 do 13,00 m długości,
- mega 15 – od 13,01 do 16,00 m długości,
- mega 18 – powyżej 16,00 m długości.

Źródło: dane Miasta.

Załącznik C

Harmonogram wymiany floty

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Scenariusz bazowy o znaczeniu wyłącznie porównawczym										
BEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pojazdy z innymi napędami	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
Wariant 1-konwencjonalny										
BEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pojazdy z innymi napędami	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
Wariant 2-elektryczny A										
BEV – razem, w tym:	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-
– mini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pojazdy z innymi napędami	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>
Wariant 3-elektryczny B										
BEV – razem, w tym:	0	9	0	4	0	0	0	0	0	0
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	9	-	4	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
– mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pojazdy z innymi napędami	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>22,2</i>	<i>22,2</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>	<i>31,7</i>

Klasa pojemnościowa:

- mini – do 8,99 m długości,
- midi – od 9,00 do 10,99 m długości,
- maxi – od 11,00 do 13,00 m długości,
- mega 15 – od 13,01 do 16,00 m długości,
- mega 18 – powyżej 16,00 m długości.

Źródło: dane Miasta.

Załącznik D

Emisje zanieczyszczeń

Rodzaj zanieczyszczenia	Jedn.	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	Ogółem
Scenariusz bazowy o znaczeniu wyłącznie porównawczym												
CO ₂	kg	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	21962100
Nox	kg	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	32 779,3
NHMC/NMVOC	kg	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	10 653,3
SO ₂	kg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PM	kg	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	819,5
Inne	kg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wariant 1-konwencjonalny												
CO ₂	kg	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	21962100
Nox	kg	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	32 779,3
NHMC/NMVOC	kg	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	10 653,3
SO ₂	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
PM	kg	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	81,9	819,5
Inne	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Wariant 2-elektryczny A												
CO ₂	kg	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 196 200	2 126 400	2 107 100	2 087 900	2 068 700	2 049 500	2 030 300	21254700
Nox	kg	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 277,9	3 115,1	3 089,2	3 063,3	3 037,3	3 011,4	2 964,5	31 392,5
NHMC/NMVOC	kg	1 065,3	1 065,3	1 065,3	1 065,3	727,1	727,0	726,8	726,7	726,5	726,3	8 621,6
SO ₂	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
PM	kg	81,9	81,9	81,9	81,9	80,0	79,3	78,6	77,9	77,2	75,9	796,7
Inne	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0

Rodzaj zanieczyszczenia	Jedn.	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	Ogółem
Wariant 3-elektryczny B												
CO ₂	kg	1 337 000	1 337 000	1 768 000	1 755 700	1 924 100	1 906 400	2 262 300	2 244 500	2 226 800	2 209 100	18971100
Nox	kg	1 995,6	1 995,6	2 597,5	2 581,3	2 817,8	2 794,0	3 327,6	3 303,8	3 279,9	3 236,7	27 929,7
NHMC/NMVOC	kg	648,6	648,6	651,7	651,7	653,0	652,8	833,9	833,8	833,7	833,4	7 241,2
SO ₂	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
PM	kg	49,9	49,9	66,4	65,9	72,4	71,8	85,1	84,4	83,7	82,6	712,0
Inne	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0

Źródło: obliczenia własne.

Załącznik E

Model finansowy

Załącznik stanowi rozbudowany plik obliczeniowy w arkuszu kalkulacyjnym.

Załącznik F

Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu

Załącznik powstanie po przeprowadzeniu udziału społeczeństwa w opracowaniu dokumentu.